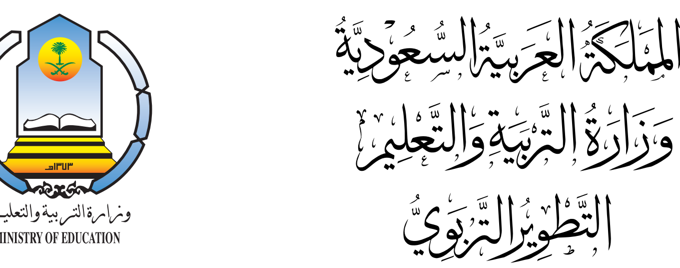




علم الأرض

الجيولوجيا

للصف الثاني الثانوي

قسم العلوم الطبيعية

(بنين)

قام بتعديله وتطويره كل من :

وليد بن عبد الملك آل الشيخ — محمد بن بخيت الدوسري

ناصر بن عبد الله اليمني — عبيد الله بن عبد الله العصيمي

طبعة ١٤٢٧هـ ـ ١٤٢٨هـ
٢٠٠٦م ـ ٢٠٠٧م

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
وزارة التربية والتعليم
علم الأرض، الجيولوجيا للصف الثاني الثانوي – ط٤. -الرياض
٢١ ص؛ ٢٧سم

ردمك : ٧-٢٤٠-١٩-٩٩٦٠

١ – علم الأرض – كتب دراسية ٢ – التعليم الثانوي – السعودية – كتب دراسية أ – العنوان

ديوي ٥٥٠،٧١٣ ١٩/٢٣٧٩

رقم الإيداع : ١٩/٢٣٧٩
ردمك : ٧-٢٤٠-١٩-٩٩٦٠ (مجموعة)

أشرف على التأليف والإنتاج



لهذا الكتاب قيمة مهمّة وفائدة كبيرة فحافظ عليه واجعل نظافته تشهد على حسن سلوكك معه...

إذا لم تحتفظ بهذا الكتاب في مكتبتك الخاصة في آخر العام للاستفادة فاجعل مكتبة مدرستك تحتفظ به...

موقع الوزارة
www.moe.gov.sa

موقع الإدارة العامة للمناهج
www.moe.gov.sa/curriculum/index.htm

البريد الإلكتروني للإدارة العامة للمناهج
curriculum@moe.gov.sa


بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الحمد للّه رب العالمين والصلاة والسلام على رسول اللّه وبعد :

يقول اللّه -عز وجل- في كتابه الكريم ﴿وَفِي الْأَرْضِ آيَاتٌ لِّلْمُوقِنِينَ﴾ (الذاريات:٢٠)، هذه دعوة للتفكر والتأمل في آيات اللّه عز وجل ليزداد الإيمان واليقين بالخالق سبحانه وتعالى، كما يقول عز وجل ﴿هُوَ أَنْشَأَكُمْ مِنَ الْأَرْضِ وَاسْتَعْمَرَكُمْ فِيهَا﴾ (هود: من الآية ٦١)، وكذلك يقول تبارك وتعالى ﴿هُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ ذَلُولًا فَامْشُوا فِي مَنَاكِبِهَا وَكُلُوا مِنْ رِزْقِهِ وَإِلَيْهِ النُّشُورُ﴾ لقد فهم سلف هذه الأمة زن هذه دعوة صريحة لدراسة الأرض التي نعيش عليها، والسعي والبحث عن كنوزها وأسرارها والاستفادة منها، وقد طبق المسلمون الأوائل هذا الأمر فتقدموا علمياً واقتصادياً.

ولما تخلف المسلمون، حملت الدول الأوروبية الراية العلمية، وكان علم الأرض من تلك العلوم اليت نشأت في الغرب وتأثرت بالصراع الذي حدث بين العلم والكنيسة لدى الدول الأروبية، مما انعكس سلباً على علوم الأرض، ويتضح ذلك في بعض النظريات الخاطئة، والتي لازالت- للأسف الشديد-تنسب إلى العلم وارتبطت عند كثير من الناس بعلم الأرض (الجيولوجيا) وهو منها براء. وعلم الأرض عند دراسته بشكل سليم وحقيقي يقود الإنسان إلى الإيمان باللّه سبحانه وتعالى من خلال دراسة آياته الطبيعية في الأرض والكون ومعرفة زسرار الخلق، وهو ما أشارت إليه الآيات السابقة والذي نجده في معظم آيات القرآن الكريم.

والكتاب الذي بين يديك هو مقرر الصف الثاني ثانوي يشتمل على تعريف بعلوم الأرض ومجموعة من المفاهيم العلمية التي توضح بعض فروع علوم الأرض وفوائدها المختلفة، وقد حاولنا أن نعيد ترتيب مواضيع الكتاب ونحذف ونضيف ونعدل بعض منها سواء في الصياغة أو المفاهيم العلمية حتى يكون سهلاً ومفهوماً. كما تمِّ تزويد الكتاب ببعض الموضوعات التي لاتدخل ضمن

أخي الطالب... كيف يمكنك دراسة مقرر علم الأرض (الجيولوجيا)؟.

لا شك أن المفهوم السائد لدى كثير من الطلاب هو أن مقرر علم الأرض من المواد التي تحتاج إلى حفظ فقط. وهذا المفهوم غير صحيح إطلاقاً، حيث أن علم الأرض من المواد التي تعتمد في جزء كبير منها على ملاحظة ودراسة الظواهر الطبيعية المحيطة بنا، ثم محاولة تفسيرها وفهمها، ثم تطبيقها عملياً على ما نشاهده حولنا.

كما ينبغي عند استذكار مادة علم الأرض، أن تحرص على دراسة الأشكال والصور والرسومات الإيضاحية، حيث أنها تساعد كثيراً على الفهم وتعويض عن نقص المشاهدة الطبيعية التي ننصح زملائنا المعلمين أن يحاولوا القيام بها عن طريق الرحلات الحقلية. لكن لا ننسى أن نشير إلى بعض التعارف والأسماء تحتاج منا إلى حفظ حتى نتمكن من المادة العلمية.

ختاما نود أن نشكر جميع من ساهم بآرائه وملاحظاته القيمة التي استفدنا منها كثيراً، ومنهم أعضاء هيئة التدريس بقسم الجيولوجيا في جامعة الملك سعود، ونخص منهم الدكتور عبدالله العمري، وكذلك نشكر معلمي ومشرفي المادة في إدارات التعليم الذين كان لهم دور في المراجعة.

والله الموفق،،،

الفهـــرس

المـــوضـــوع	الصفحة
كلمة معالي والوزير	٤
المقدمة	٥
الفصل الدراسي الأول	
الموضوع الأول	
التعريف بعلم الأرض	١٣
أقسام علم الأرض	١٤
الوسائل والأدوات المستخدمة في علم الأرض	١٨
أهمية دراسة علم الأرض	٢٠
تطوير علم الأرض	٢٢
التقويم	٢٥
الموضوع الثاني	
موقع الأرض في الكون	٢٩
مكونات المجموعة الشمسية	٣٠
المجرات	٣٥
عظمة الخالق تتجلى في خلق الكون	٣٦
التقويم	٤١
لموضوع الثالث	
تركيب الأرض	٤٥
شكل الأرض ومقايسها	٤٦
أغلفة الأرض	٤٧
الغلاف الهوائي	٤٧
الغلاف المائي	٥١
الغلاف الصخري	٥٢
تركيب الأرض	٥٤
التقويم	٦١
الموضوع الرابع	
المعادن	٦٥
تصنيف المعادن	٦٧
الخواص الطبيعية للمعادن	٧٢
تطبيقات ميدانية على علم المعادن	٧٦
المعادن الفلزية	٧٧
المعادن اللافلزية	٧٨
التعدين والمناجم	٨١
التعقويم	٩٣
الفصل الدراسي الثاني	
الموضوع الخامس	
الصخور	٩٩
تصنيف الصخور	١٠٠
أولاً الصخور النارية	١٠١
ثانياً الصخور الرسوبية	١٠٦
ثالثاً الصخور المتحولة	١١٢
التقويم	١١٩

المـوضـــوع	الصفحة
الموضوع السادس	
حركة الصفائح	١٢٣
أنواع حركة الصفائح	١٢٥
أسباب حركة الصفائح	١٢٧
نظريات أخري تبحث في حركة القارات	١٢٨
بعض آثار حركة الصفائح	١٢٩
تكون الجبال ونظرية توازن أجزاء قشرة الأرض	١٣٠
الطيات	١٣١
الصدوع	١٣٤
التقويم	١٣٨
الموضوع السابع	
الزلازل	١٤٣
الزلازل وتأثيرها	١٤٤
تسجيل الاهتزازات الزلزالية	١٤٦
أسباب الزلازل	١٥١
الأحزمة الزلازلية ي العالم	١٥٢
التقويم	١٥٥
لموضوع الثامن	
البراكين	١٥٩
ما هو البركان	١٥٩

المـوضـــوع	الصفحة
المواد البركانية	١٦٠
تصنيف البراكين	١٦٣
أسباب نشأة البراكين	١٦٦
توزيع البراكين في العالم	١٦٧
التقويم	١٦٩
الموضوع التاسع	
البحار والمحيطات	١٧٣
قاع البحار	١٧٣
حركات مياه البحار	١٧٤
الفعل الهدام للبحار	١٧٥
الفعل البناء للبحار	١٧٧
الترسيب في البحار	١٧٩
التقويم	١٨٢
المضوع الثامن	
التعرية	١٨٥
التجوية	١٨٦
التآكل	١٩٠
النقل	١٩١
عوامل التعرية	١٩١
التقويم	١٩٩



الفصل الدراسي الأول

الموضوع الأول

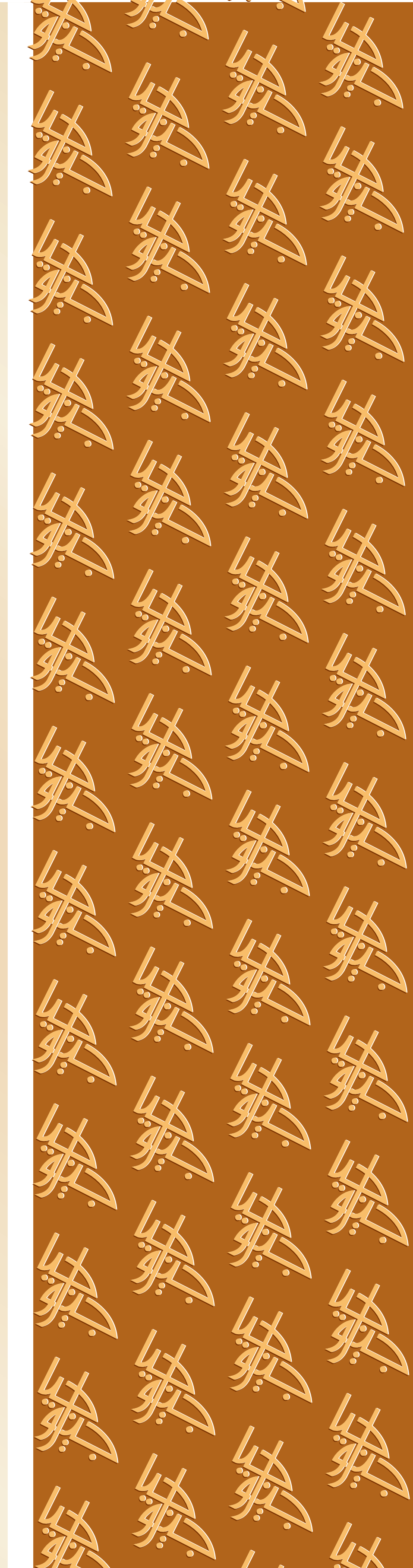
التعريف بعلم الأرض



الأهداف الرئيسة لتدريس هذا الموضوع :

أخي الطالب : من خلال دراستك لهذا الموضوع يتوقع منك أن تكون قادراً على :

١ـ تعريف علوم الأرض.
٢ـ تعداد أقسام علوم الأرض.
٣ـ الربط بين علم الأرض والعلوم الأخرى.
٤ـ بيان أهم التقنيات الحديثة المساعدة في دراسة علوم الأرض.
٥ـ إيضاح أن عمل الجيولوجي ذو شقين إما حقلي في الطبيعة أو في المختبر.
٦ـ تعداد الوسائل والأدوات التي تلزم الجيولوجي في الرحلات الحقلية وفي المختبر.
٧ـ توضيح أهمية علم الأرض وفوائده.
٨ـ تمييز أن العامل الاقتصادي هو الدافع الأساسي لتطوير علم الأرض.
٩ـ بيان دور المسلمين والعرب وإسهاماتهم في علم الأرض.





التعريف بعلم الأرض

تمهيد :

لقد جعلتنا وسائل الإعلام في السنوات الأخيرة نزداد وعياً بأهمية دراسة علم الأرض فقد جسدت لنا التقارير الإخبارية بالصورة عظمة الخالق في الخلق وذلك من خلال مشاهدة آياته في الكون المتمثلة في الجبال العالية، والبحار العميقة، والصحاري الواسعة وما فيها من مخلوقات وآثار وكذلك في اندلاع البراكين والدمار الذي تسببه الزلازل والحشود الغفيرة التي تتركها التدفقات الطينية والفيضانات دون مأوى. كل هذه الحوادث وغيرها على السواء مدمرة للأرواح والممتلكات ، ولابد من تفهمها بعمق وأن نتعلم كيف نتعامل معها، يقول جل من قائل : ﴿ إِنَّمَا يَخْشَى ٱللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ ٱلْعُلَمَٰٓؤُا۟ ۗ إِنَّ ٱللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ﴿٢٨﴾ ﴾ (فاطر: من الآية٢٨).

ومنذ بدء الخليقة والإنسان يتعامل مع الأرض، ويتعلم من تجاربه عليها، وينهل منها الماء والزاد ووسائل حياته المختلفة، يقول الله تعالى في محكم التنزيل : ﴿ وَٱلْأَرْضَ بَعْدَ ذَٰلِكَ دَحَىٰهَآ ﴿٣٠﴾ أَخْرَجَ مِنْهَا مَآءَهَا وَمَرْعَىٰهَا ﴿٣١﴾ وَٱلْجِبَالَ أَرْسَىٰهَا ﴿٣٢﴾ مَتَٰعًا لَّكُمْ وَلِأَنْعَٰمِكُمْ ﴿٣٣﴾ ﴾ (النازعات: ٣٠ - ٣٣).

وصناعة الإنسان للحراب من الصخور لصيد الحيوانات كانت أولى تجاربه، تلتها اكتشافه للشرارة المتولدة من احتكاك صخرين، واستخدامه لأسطح الصخور في تدوين لغته ومسيرة حياته جعلته يفرق بين بعض أنواع الصخور ويتعرف على ملمسها وصلادتها. وقد بدأت الدراسة الجدية للأرض بازدياد التصنيع في العالم ، خصوصا بسبب الحاجة الماسة و المتزايدة للحصول على المادة الخام : الفحم، البترول، المعادن، مواد البناء، ثم مصادر المياه.

وهنا يجب أن يفخر الإنسان المسلم بأن دعوة نبينا عليه الصلاة والسلام تميزت عن غيرها من الدعوات السماوية ، بأن جعلت العلم هو الطريق القويم إلى الدين الصحيح والتوحيد الخالص ، ولم تكن الخوارق والمعجزات من وسائله للإيمان بالله ، بل خاطبت العقل بالبرهان ودعته إلى التفكير في الأرض والسماء



وسبحان القائل ﴿ إِنَّ فِي خَلْقِ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ وَٱخْتِلَٰفِ ٱلَّيْلِ وَٱلنَّهَارِ لَءَايَٰتٍ لِّأُو۟لِى ٱلْأَلْبَٰبِ ﴿١٩٠﴾ ٱلَّذِينَ يَذْكُرُونَ ٱللَّهَ قِيَٰمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِى خَلْقِ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَٰذَا بَٰطِلًا سُبْحَٰنَكَ فَقِنَا عَذَابَ ٱلنَّارِ ﴿١٩١﴾ ﴾ (آل عمران: ١٩٠ - ١٩١) .

ويمكن القول هكذا إن كل من راقب الأرض وحاول أن يفهم سبب حدوث الهزات الأرضية، أو انفجار البراكين، أو تصدع الصخور، أو خواص المعادن ، أو تحرك الرمال ، أو تأثير البحر على الشاطئ، أو تسرب المياه في الأرض، فإنه يقوم بعمل جيولوجي. حيث إن علم الأرض يعتمد على المشاهدة والملاحظة أكثر من اعتماده على الجوانب النظرية.



تعريف علوم الأرض وأقسامه :

لقد تزايدت معلومات الإنسان عن الأرض عبر تاريخه الطويل، وفي القرن الأخير ازدادت هذه المعلومات بشكل واسع مما حمل العلماء على حصرها ضمن علم منفرد أطلقوا عليه اسم «جيولوجيا» (Geology) الذي يتركب من مقطعين في اللغة اللاتينية هما : Geo و تعني الأرض و Logos وتعني علم. وبهذا فإنه يسمى «علم الأرض» ونظراً للتشعب والتنوع الذي حدث في الربع الأخير من هذا القرن لعلم الأرض فإنه عادة ما تستخدم صيغة الجمع «علوم الأرض» (Earth Sciences).

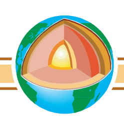
تعرَّف علوم الأرض بأنها : **مجموعة المعارف التي تتعلق بدراسة نشأة الأرض وتكونها وعلاقتها بالكون وتغيراتها تحت تأثير العوامل الداخلية والخارجية.**

أقسام علوم الأرض :

أولاً : الأقسام الرئيسة :

تتفرع من علم الأرض العديد من الأقسام والعلوم المختلفة نذكر منها ما يلي:

١ - علم المعادن Mineralogy : يختص بدراسة المعادن وخواصها الطبيعية والكيميائية .





٢- علم الصخور Petrology : يختص بدراسة أنواع الصخور وتركيبها الكيميائي والمعدني .

٣ - الجيولوجيا البنائية Structural Geology : وهو العلم الذي يدرس البناء الحالي للقشرة الأرضية وتطورها خلال العصور الجيولوجية .كما يدرس تكوين الجبال و الصدوع والفواصل وسائر التراكيب المختلفة .

٤- الجيوفيزياء Geophysics : وهو العلم الذي يدرس ما تحت سطح الأرض من طبقات وتراكيب جيولوجية مختلفة وخاصة دراسة التراكيب غير المرئية التي يمكن أن تحتوي على مواد ذات قيمة اقتصادية مثل البترول والمياه والرواسب المعدنية الاقتصادية .

٥- الجيولوجيا الفيزيائية(الطبيعية) Physical Geology : وهوالعلم الذي يهتم بدراسة الظواهر الطبيعية و الجيولوجية على سطح الأرض من صخور ومعادن وغيرها، والعوامل الداخلية والخارجية المؤثرة على تكوينها.

٦- علم الزلازل Earthquake Seismology : يهتم هذا العلم بدراسة نشأة الزلازل وأسبابها، وكذلك يدرس انتشار الموجات الزلازلية وأهميتها في معرفة باطن الأرض .

٧- علم طبقات الأرض Stratigraphy : وهو العلم الذي يدرس القوانين والظروف المختلفة التي تتحكم في تكوين الطبقات وأماكن ترسيبها بعد تفتيتها ونقلها بواسطة العوامل المختلفة.

٨- علم الأحافير Palaeontology : ويختص بدراسة بقايا الأحياء القديمة أو الحفريات من حيوانات ونباتات كانت تعيش في الأزمنة الجيولوجية الماضية .

٩- الجيولوجيا التاريخية Historical Geology : وتختص بدراسة الطبقات وترتيب صخورها ونوعها منذ أقدم العصور الى الوقت الحاضر ، ودراسة الحفريات المميزة لكل مجموعة من هذه الطبقات ووضع تقويم زمني للأرض وتقسيمة إلى أحقاب وعصور وأزمنة مختلفة .وتوزيع اليابسة والماء في العصور الجيولوجية المختلفة .

١٠- الجيولوجيا الاقتصادية Economic Geology : وهو علم تطبيقي يهتم بالبحث عن المواد الاقتصادية ودراستها، يمكن تقسيمه إلى عدة فروع حسب التخصصات مثل :

أ - جيولوجيا البترول.

ب - جيولوجيا التعدين.

ج - جيولوجيا النظائر المشعة والرواسب المعدنية.



وهناك العديد من الاختصاصات الدقيقة التي تقع ضمن الفروع التي سبق ذكرها .

١١ ـ **الجيو كيمياء Geochemistry** : تختص بدراسة المعادن والصخور من الناحية الكيميائية وتوزيع العناصر في القشرة الأرضية، وتحديد نوع ونسبة الخامات المعدنية في مختلف المناطق بالقشرة الأرضية.

١٢ـ **علم الأرض العسكري Military Geology** : وهو العلم الذي يهتم بدراسة أرض المعركة، وتحديد أفضل المواقع العسكرية من الناحية الجيولوجية، و دراسة مدى قوة وضعف التحصينات الطبيعية لهذه المواقع و كذلك الأماكن الأفضل لبناء القواعد العسكرية والمطارات الحربية .

١٣ـ **الجيولوجيا الهندسية Engineering Geology** : ويتضمن هذا العلم دراسة الخواص الميكانيكية والهندسية للصخور من أجل إقامة المنشآت الهندسية المختلفة كالمباني الضخمة والسدود والجسوروغيرها.

١٤ـ **جيولوجيا المياه Hydrogeology** : يهتم هذا العلم بدراسة المياه ومصادرها السطحية والجوفية، وخواصها الفيزيائية والكيميائية ودراسة الطبقات الجيولوجية الحاملة للمياه.

١٥ـ **علم البراكين Volcanic** : يهتم هذا العلم بدراسة كل ما يتعلق بالبراكين ومواقعها ونشاطها.

ثانياً : علوم وتقنيات مساعدة لعلوم الأرض:

وتشتمل على :

١ـ المسح الطبوغرافي . شكل (١-١)

٢ـ المسح الجيولوجي .

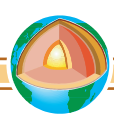
٣ـ التصوير الفضائي للأرض بواسطة الأشعة الضوئية أو بطريقة الاستشعار عن بعد .

٤ـ دراسة صخور وتربة الأقمار والكواكب في الفضاء .

٥ـ استخدام الحاسبات الآلية في دراسات علوم الأرض وفي رسم الخرائط والقطاعات الجيولوجية.

شكل (١-١) أجهزة قياس الارتفاعات

ويلاحظ من هذا التصنيف لبعض فروع الجيولوجيا أن هذا العلم لا ينمو بمعزل عن تطور العلوم الأخرى إذ أنه وثيق الصلة بالكيمياء والفيزياء وعلم الأحياء وعلم الفلك من جهة وبالعلوم الهندسية من جهة أخرى .





علوم الأرض

الجغرافيا
جغرافيا قديمة
علم التربة
جيو مورفولوجيا

الفلك
جيولوجيا فلكية

الفيزياء
جيولوجيا بنائية
جيو فيزيائية

الكيمياء
علم البلورات
جيولوجيا اقتصادية
جيو كيمياء
علم المعادن

الأحياء
علم الأحافير
البيئات القديمة

شكل (١-٢) يبين علاقة علم الأرض بالعلوم الأخرى





الوسائل والأدوات المستخدمة في علم الأرض :

كما في العلوم الأخرى، فإن الباحث في علم الأرض يحتاج إلى حواسه وعقله للقيام بالدراسات الجيولوجية. ومتى أتقن استعمال عينيه ويديه وعرف كيف يدرك بعقله لغز الظواهر الجيولوجية توصّل إلى فهم العوامل الطبيعية وتفاعلها على سطح الأرض. فالجيولوجي يلاحظ الأجسام المختلفة ويدرس أشكالها وألوانها وتركيبها، ويراقب العوامل التي تؤثر فيها في محاولة لإدراك ماهيتها. إنه يراقب بصبر وجلد نشاط البحار والأنهار وهبوب الرياح وتساقط الثلوج والأمطار وشكل الجبال والأودية والصدوع في الأرض وتتابع طبقات الصخور وعمل البراكين، كما يتمعّن أيضاً في ألوان المعادن والصخور والأتربة ويتفحصها بيديه لمعرفة ما يمكنه معرفته عن ثقلها وملمسها وصلابتها وحرارتها. وعمل الجيولوجي يكون دائماً ذا شقين : دراسة حقلية في الطبيعة وبحث في المختبر .

أولا: أهم الأدوات والوسائل الضرورية المستخدمة في الرحلات الحقلية هي :

١ـ **مطرقة وأزميل** : يستخدمان للحفر وكسر العينات من الصخور وفحص صلابتها.

٢ـ **عدسة مكبرة** : لرؤية الأشكال البلورية للمعادن والأحافير الصغيرة. شكل (١-٣)

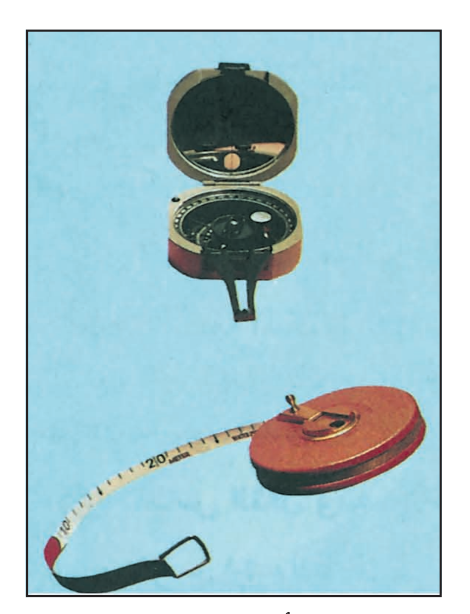
٣ـ **منظار** : لمشاهدة الأجسام والعوارض الطبيعية البعيدة.

٤ـ **قطعة مغناطيس صغيرة** : لتمييز بعض المعادن الممغنطة.

٥ـ **آلة تصوير (كاميرا)** : لالتقاط الصور للظواهر الجيولوجية.

٦ـ **خرائط جيولوجية** : يستعان بها لتحديد المواقع ودراسة جيولوجيا المنطقة.

٧-**دفتر وأقلام تلوين وأكياس صغيرة** : لتدوين الملاحظات وحفظ العينات.



شكل (١-٣) أدوات تستعمل في الحقل



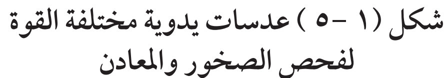
٨- **بوصلة ومقياس الانحدار ومقياس الارتفاع**. شكل (١ -٤)

٩- **مواد كيميائية كالحوامض التي تساعد على تعيين بعض المعادن والصخور.**



شكل (١ -٤) أدوات تستعمل في الحقل

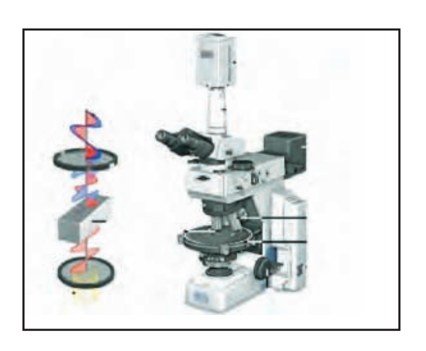




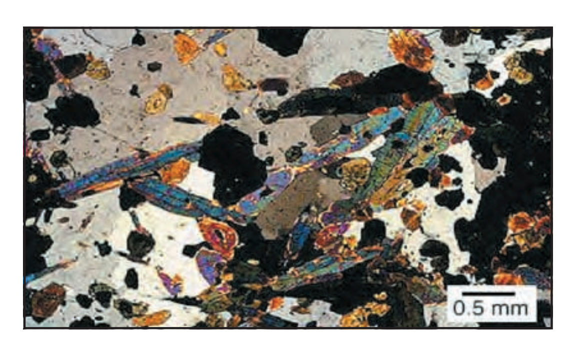
شكل (١ -٥) عدسات يدوية مختلفة القوة لفحص الصخور والمعادن

ثانياً : الوسائل والأجهزة اللازمة للعمل في المختبر عديدة جداً، لكن أكثرها استعمالاً هي :

١ - **مجهر (ميكروسكوب)** : لدراسة عينات الصخور والمعادن(كشرائح) والأحافير، إلخ . شكل (١ -٦) (١ -٧) .



شكل (١ -٦) المجهر المستقطب لدراسة شرائح الصخور والمعادن ويوضح الشكل على اليسار مسار الضوء ليصبح أحادي الميل قبل اختراقة الشريحة المراد دراستها



شكل (١ -٧) شريحة لمعدن التورمالين (Tourmaline) تتم دراستها بواسطة المجهر المستقطب





٢ـ وسائل التحليل الكيميائي المختلفة.

٣ـ جهاز الأشعة المنكسرة (X-ray diffractometer) : لدراسة تركيب الأنواع المختلفة من المعادن. شكل (١-٨)

٤- جهاز للأشعة فوق البنفسجية : لدراسة بعض المعادن الحساسة للأشعة فوق البنفسجية. شكل (١-٩)

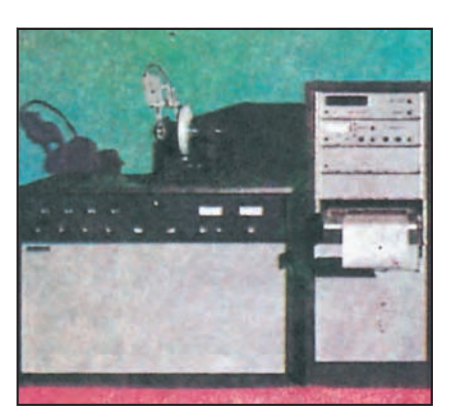
٥- ميزان لقياس الثقل وتعيين الكثافة.

٦- فرن ذو حرارة عالية لصهر بعض المعادن والصخور.

٧- أدوات الرسم، وأدوات فحص الصور الجوية. شكل (١-٩)

٨- أدوات قطع الصخور وأدوات عمل الشرائح الصخرية.

٩- مناخل وفرش وإبر لقط المعادن والأحافير الدقيقة.



شكل (١-٨) جهاز أشعة سينية لدراسة المعادن

أهمية دراسة علم الأرض :

إن من أسباب تطور علم الأرض هو التقدم الصناعي والاقتصادي الذي طرأ على العالم في السنوات الماضية ولذلك فعلم الأرض يشكل الخطوة الأساسية في معظم ميادين الحياة الاقتصادية والصناعية للحياة في عالمنا المعاصر . حيث إن عصب الاقتصاد العالمي يعتمد على ما يتم استخراجه من ثروات من باطن الأرض ويعتمد ازدهار وتطور كثير من الدول على مدى ما تحققه من تقدم في مجال علم الأرض واستغلال ثرواتها الطبيعية . ومن أهم فوائد علم الأرض :

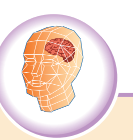
١ـ التنقيب عن الموارد المعدنية كالذهب والحديد والفضة والألمنيوم والنيكل والرصاص والفوسفات.



شكل (١-٩) أدوات تستعمل في المختبر



٢ـ الكشف عن الوقود ومصادر الطاقة كالفحم والنفط والغاز الطبيعي والمعادن المشعة .
٣ـ البحث عن مواد البناء مثل الحجر الجيري و الرخام .
٤ـ البحث عن المواد الأولية المستخدمة في الصناعات الكيميائية كالصوديوم والكالسيوم والكبريت والكلور والمستخدمة في صناعة الأسمدة والعقاقير والمبيدات الحشرية .
٥ـ عند تخطيط لإنشاء المشاريع العمرانية كبناء السدود والجسور والطرقات الرئيسية يفيدنا في تحديد الموقع المناسب كي يقام على أساس متين خال من التشققات .
٦ـ أخذ التدابير الوقائية ضد انزلاق الطرق وتصدع الأبنية .
٧ـ استكشاف مصادر المياه الجوفية كضرورة ملحة دعت إليها الزيادة في أعداد السكان وخصوصا في المناطق الصحراوية .
٨ـ عن طريق الدراسات الجيولوجية يمكن معرفة أسباب حدوث الكثير من الكوارث القدرية كالزلازل والبراكين والفيضانات وكيفية التعامل معها عند حدوثها .
٩ـ يسهم علم الأرض إسهاما كبيراً في إنجاح العمليات العسكرية حيث يمكن من خلال الدراسات الجيولوجية تحديد الحواجز والموانع الطبيعية وكذلك أنسب الطرق لسير الجنود والاليات. وتحديد مواقع بناء القواعد العسكرية .



فكـر:

أذكر فوائد أخرى لعلم الأرض من خلال دراستك لأقسام علوم الأرض.

بعد أن عرفت مجالات علم الأرض وأهميته وفوائده . وما يقوم به الجيولوجي من أعمال فهل ترغب أن تكون جيولوجياً تساهم في تقدم ورفعة بلدك ؟ فالمجالات التي يعمل فيها المتخصصون في علم الأرض (الجيولوجيون) كثيرة ومتعددة منها :

١- وزارة البترول والثروة المعدنية. ٢- وزارة المياه والكهرباء. ٣- وزارة التربية والتعليم.



٤- شركات النفط المختلفة. ٥- الشركات الهندسية. ٦- شركات التعدين.
٧- شعبة المخاطر بالدفاع المدني. ٨- المساحة العسكرية. ٩- وزارة الأشغال العامة.
١٠- الأرصاد و حماية البيئة . ١١- الشركات الخاصة. ١٢- هيئة المساحة الجيولوجية.
١٣- وزارة المواصلات. ١٤- أقسام علوم الأرض بالجامعات. ١٥-وزارة الزراعة.

تطـور علـم الأرض :

منذ أن وُجد الإنسان على الأرض بدأ يراقب ماحوله من آيات الله ليستفيد منها تارة وليقي نفسه منها تارة أخرى. وقد استعمل الإنسان قديماً حجارة الصوان الحادة كسلاح واستعان بها ليشعل النار. واكتشف فيما بعد بعض المعادن الخام كالذهب والنحاس، وبدأ يفتش عن معادن أخرى وأخذ بذلك يوسّع نطاق استعماله للمواد الطبيعية. وما لبث أن استخرج الحديد والرصاص والقصدير وغيرها. وأهم من كل ذلك فإن الأجيال المتتالية كانت تتناقل المعلومات والخبرات إلى أن بدأ العلماء القدامى يدوِّنونها.

ويُستدل من الآثار والكتابات الباقية أن شعوب الحضارات القديمة وبوجه خاص الصينّيون والبابليّون والمصريّون والفينيقيّون والإغريق قد توصلوا إلى درجة متقدمة في علم التعدين واستخدام المعادن والأحجار الكريمة، ووضعوا بعض النظريات عن أصل الأرض والكواكب. وأقدم المراجع المكتوبة التي وصلتنا عن علم الأرض تعود إلى أرسطو (٣٨٤ - ٣٢٢ قبل الميلاد) وقد وضع تلميذه ثيوفراست (٣٧١ - ٢٨٦ ق.م) مصنَّفًا في الصخور والمعادن أسماه « كتاب الصخور ».

وأسهم المسلمون والعرب بدورهم إسهاماً كبيراً في تطوير علم الأرض على أسس علمية ومن أعلام المسلمين الذين كان لهم مكانة خاصة في هذا العلم :-

١- أبو الريحان البيروني حيث اشتهربدراساته في علم الأرض، منها :-

أ ـ دراسة شكل الأرض وقياساتها وحركتها حول الشمس وجاءت مقايسة قريبة من المقاييس التي توصل إليها العلماء في عصرنا الحاضر .



ب ـ تمكن عن طريق أجهزة خاصة ابتكرها من تعيين الثقل النوعي لثمانية عشر معدناً وحجراً كريماً تعييناً دقيقا جداً.

ج ـ صنف المعادن حسب خصائصها النوعية وصلابتها .

٢ـ أبو منصور الخازني، قام بدراسات منها :-

أ ـ قياس الثقل النوعي لبعض المعادن والأحجار الكريمة والسوائل وقد جاءت قياساته دقيقة للغاية.

ب ـ للخازني أبحاث في ثقل الأجسام والضغط الجوي .

٣ـ ابن سينا (أبو علي الحسين) الذي اشتهر : -

بأبحاثه الطبية حيث وضع في كتابة الشفاء مقالين بحث في المقالة الآولى في الظواهر الجوية والأرضية والمقالة الثانية بحث في تكون المعدنيات حيث صنف المعادن الى أربعة أقسام :

أ ـ الأحجار. ب ـ المنصهرات (المعادن التي تنصهر).

ج ـ الكبارت (المعادن المحترقة) . د ـ الأملاح.

٤ـ أبو الحسن علي بن الحسين (المسعودي) له العديد من الكتب والدراسات، منها : -

له كتاب (مروج الذهب ومعادن الجواهر) حيث تكلم عن استدارة الأرض كما وصف بعض البراكين وناقش دورة الماء ، وجريان الأنهار .

٥ـ أبو يوسف الكندي : -

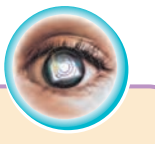
وضع رسالة في أنواع الجواهر الثمينة وأخرى في أنواع الحجارة وله رسالتان في فروع أخرى من علم الأرض . كما تحدث عن العوامل الباطنية التي تؤثر في الأرض .

٦ـ أبو بكر الرازي : حيث قسم المعادن إلى ستة أقسام حسب خواصها. وفي كتابه « أسرار الأسرار » شرح فيه هذه الخواص وطرق تحضير المواد وتنقيتها .



٧ - أبو عبدالله محمد الإدريسي :
له العديد من الكتب عن علم البحار ، حيث استعمل كلمات عربية كمصطلحات دقيقة ، والتي حار علماء البحار اليوم في إيجاد كلمة موحدة يمكن استعمالها في كل اللغات ، وذلك قبل أن يعرف علماء الغرب مدلول هذه المصطلحات بزمن طويل .

٨ - جلال الدين السيوطي : له كتاب (كشف الصلصلة عن وصف الزلزلة).





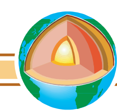
ابحث عن :

علماء مسلمين وعرب آخرين كانت لهم إسهامات في تطور علم الأرض.



مواقع الإنترنت :

http://www.islampedia.com/ijaz/Html/earthshape.htm
موقع يتكلم عن شكل الأرض مفسرة بآيات قرآنية كريمة.
http://www.islampedia.com/ijaz/Html/02 -2.htm
موقع يتحدث عن دوران الأرض بآيات قرآنية.
http://www.islamonline.net/Arabic/history/1422article14.SHTML
موقع يتكلم عن البيروني وإسهاماته الجيولوجية.





التقويم :

١ـ عرف علم الأرض « الجيولوجيا».

٢ـ اذكر أربعة أقسام رئيسية لعلوم الأرض .

٣ـ قارن بين كل من :

أ ـ «الجيولوجيا التاريخية» و «علم الأحافير»

ب ـ علم «طبقات الأرض» و علم «الصخور»

٤ـ بين أهمية وفوائد دراسة علم الأرض .

٥ـ ما هو دور الجيولوجي في مرحلة تخطيط الطرق الرئيسية في بلد ما؟

٦ـ لماذا يستخدم الجيولوجي المطرقة في الرحلات الحقلية .

٧ـ بيين أهمية التصوير الفضائي و الاستشعار عن بعد لعلم الأرض .

٨ـ ما طبيعة عمل الجيولوجي في أعمال التنقيب عن النفط؟

٩ـ عدد أهم الوسائل والأدوات التي تلزم الباحث في الحقل و المختبر .

١٠ـ عدد أربعة مجالات يستطيع أن يعمل فيها الجيولوجيون في المملكة؟

١١ـ « لعلم الأرض علاقة وثيقة ببقية العلوم» ناقش هذه العبارة.

١٢ـ أذكر أهم ما أسهم به العلماء العرب في علم الأرض؟

الموضوع الثاني

موقع الأرض من الكون

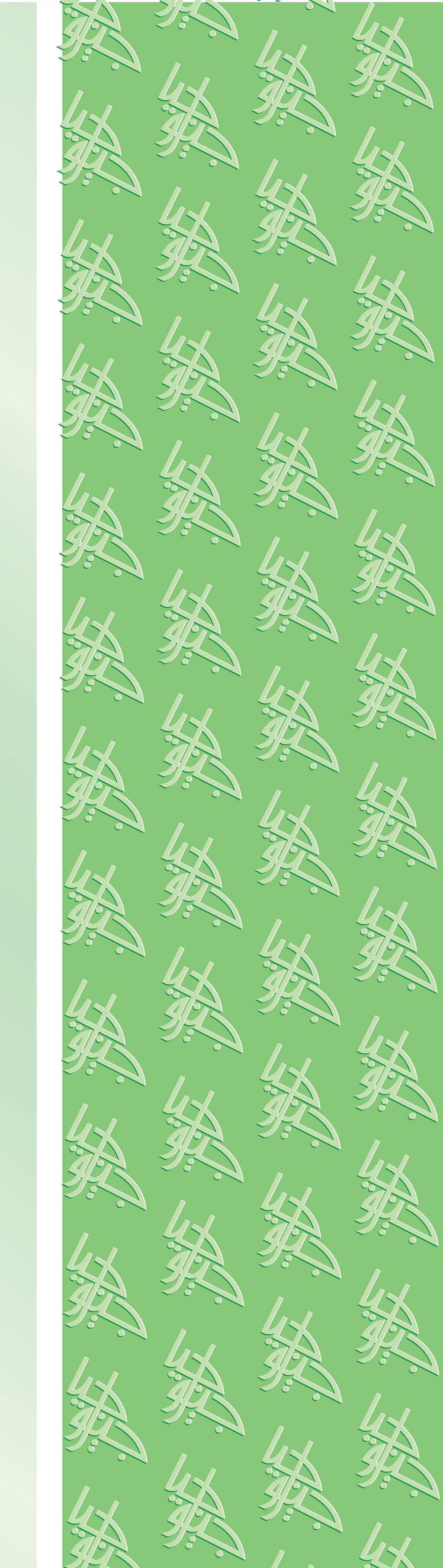


جغرافيا

الأهداف الرئيسة لتدريس هذا الموضوع :

أخي الطالب : من خلال دراستك لهذا الموضوع يتوقع منك أن تكون قادراً على :

١ـ ملاحظة عظمة الخالق وقدرته ودقة خلقه وبديع صنعه .
٢ـ التعرف على مكونات المجموعة الشمسية .
٣ـ تحديد موقع وحجم الأرض بالنسبة للمجموعة الشمسية .
٤ـ المقارنة بين خواص الكواكب السيارة من خلال الجدول في الكتاب المدرسي.
٥ـ ترتيب كواكب المجموعة الشمسية حسب قربها أو بعدها من الشمس .
٦ـ استنتاج بعض المفاهيم والحقائق العلمية لسنن الله في الكون .
٧ـ تعريف المجرة وتحديد مداها .
٨ـ المقارنة بين المجرة والمجموعة الشمسية .
٩ـ تعداد الأدلة التي تؤكد أن جميع مكونات المجموعة الشمسية من أصل واحد.





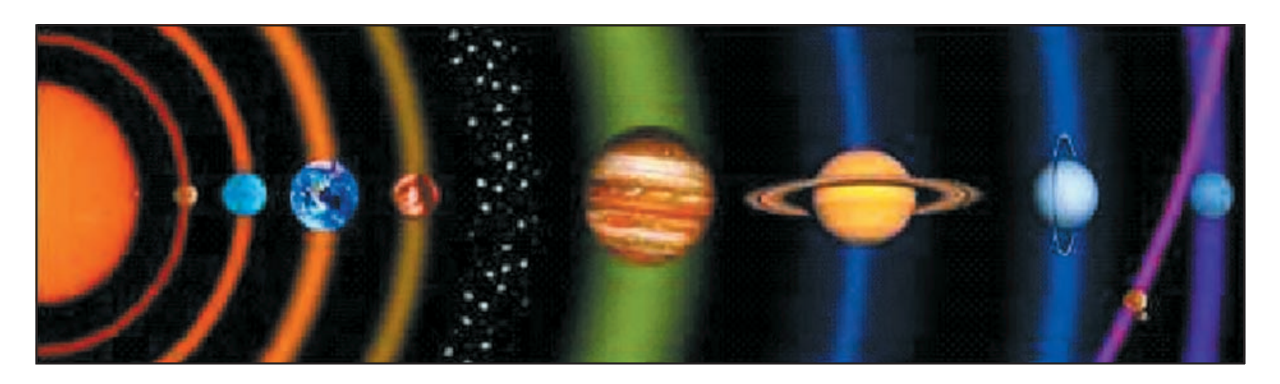
موقع الأرض من الكون

دعنا نتخيل أنفسنا في رحلة في الفضاء متجولين في ربوعه . فإذا تركنا الأرض وتصورنا أنفسنا في مكان بعيد يمكننا منه مشاهدتها عن بعد ، نجد أن الأرض جسم صغير يسير في الفضاء بين عدد لا حصر له من الأجرام السماوية، وقد لا يكون حجم الأرض بالنسبة للكون أكبر من حبة رمل بالنسبة للأرض، وفي مقدورنا اليوم أن ندرك عظم المسافات بين الكواكب وبوجه خاص بين الشمس والأرض وبين الأرض والنجوم القريبة.

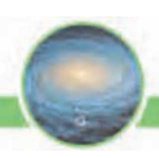


المجموعة الشمسية Solar System

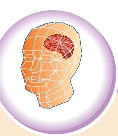
﴿ وَءَايَةٌ لَّهُمُ ٱلَّيْلُ نَسْلَخُ مِنْهُ ٱلنَّهَارَ فَإِذَا هُم مُّظْلِمُونَ ﴿٣٧﴾ وَٱلشَّمْسُ تَجْرِى لِمُسْتَقَرٍّ لَّهَا
ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ ٱلْعَزِيزِ ٱلْعَلِيمِ ﴿٣٨﴾ وَٱلْقَمَرَ قَدَّرْنَٰهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَٱلْعُرْجُونِ ٱلْقَدِيمِ ﴿٣٩﴾ لَا ٱلشَّمْسُ
يَنۢبَغِى لَهَآ أَن تُدْرِكَ ٱلْقَمَرَ وَلَا ٱلَّيْلُ سَابِقُ ٱلنَّهَارِ ۚ وَكُلٌّ فِى فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴿٤٠﴾ ﴾ (يس : ٣٧-٤٠).



شكل (٢-١) كواكب المجموعة الشمسية



رصد الإنسان الكواكب منذ آلاف السنين وسمى الكثير منها و تعرف على مساراتها. ولكن مع التقدم التقني تجمعت لدينا في السنوات الأخيرة معلومات وافرة عن الأجسام السماوية القريبة إلينا، وكذلك البعيدة، ولقد استطاع العلماء التعرف على خصائص كثير من تلك النجوم والكواكب وما يهمنا الآن هو التعرف **على الشمس والكواكب والأجرام السماوية الأخرى التي تدور حولها والتي تسمى بالمجموعة الشمسية** . شكل (٢-١).





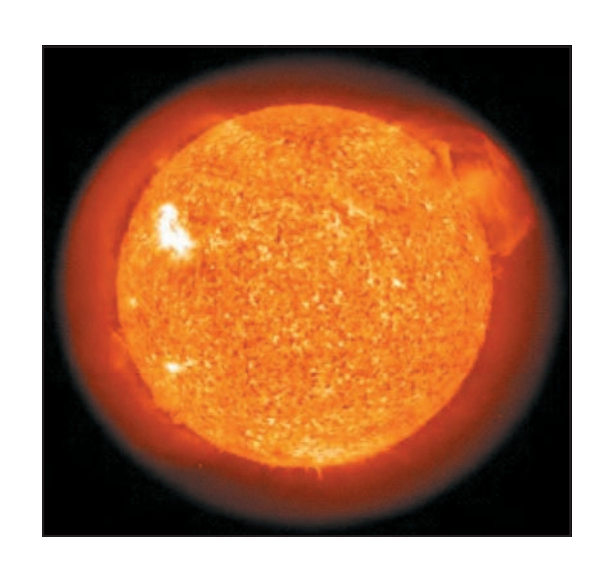
فكر:

ما الفرق بين الكوكب والنجم؟

مكونات المجموعة الشمسية :

١ـ الشمس :

عبارة عن كرة غازية كبيرة تصل حرارة سطحها إلى نحو ٦٠٠٠ درجة مئوية، وتتكون من نفس المواد المكونة للكواكب ولكن بنسب مختلفة نحو ٩٩٪ من كتلة الشمس من الهيدروجين والهيليوم، وليست الشمس إلا نجماً متوسط الحجم إذا ما قورنت بالنجوم الأخرى التي تنتشر في أرجاء الكون غير المتناهي شكل (٢-٢) . وهي تظهر لنا كبيرة بالنسبة لباقي النجوم الأخرى لأنها أقربها من الأرض. وتبعد الشمس عن الأرض ١٤٩,٦ مليون كيلومتراً ويبلغ قطرها ١,٣٩٠,٥٤٩ كيلو متراً



شكل (٢-٢) الشمس



أي ما يعادل (١٠٩) أضعاف قطر الأرض. يبقى أن نذكر أن الشمس ، بفعل التفاعلات النووية الدائمة فيها، تمدّ الأرض والكواكب الأخرى بكميات هائلة من الطاقة، فتنيرها بضوئها وتغمرها بقسط من حرارتها.

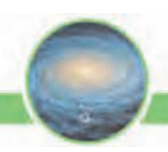
٢ـ الكواكب السيارة :

الأرض كوكب صغير يدور حول نجم متوسط الحجم هو شمسنا يشاركها في ذلك ثمانية كواكب أخرى، هي : عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون وبلوتو، بالإضافة إلى أقمارها وعدد كبير من الكويكبات والمذنبات والشهب والنيازك وأعداد تكاد لا تنتهي من الدقائق والأجسام الصغيرة، ويوضح جدول (٢-١) بعض المعلومات عن كواكب المجموعة الشمسية :

للإطلاع :

معلومات فلكية	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشتري	زحل	أورانوس	نبتون	بلوتو
عدد الأقمار	-	-	١	٢	٣٩	٣٠	٢٠	٨	١
البعد عن الشمس بملايين الكيلومترات	٥٧,٩	١٠٨,٢	١٤٩,٦	٢٢٧,٩	٧٧٨,٦	١٤٣٣,٥	٢٨٧٢,٥	٤٤٩٥,١	٥٨٧٠
معدل درجة الحرارة (C)	١٦٧	٤٦٤	١٥	٦٥-	١١٠-	١٤٠-	١٩٥-	٢٠٠-	٢٢٥-
سنة الكواكب (بالأيام)	٨٨	٢٢٤,٧	٣٦٥,٢	٦٨٧	٤٣٣١	١٠٧٣٧	٣٠٥٨٩	٥٩٨٠٠	٩٠٥٨٨
يوم الكواكب (بالساعات)	٤٢٢٢,٦	٢٨٠٢	٢٤	٢٤,٧	٩,٩	١٠,٧	١٧,٢	١٦,١	١٥٣,٣
الكثافة كم/ م^{٢}	٥٤٢٧	٥٢٤٣	٥٥١٥	٣٩٣٣	١٣٢٦	٦٨٧	١٢٧٠	١٦٣٨	١٧٥٠
الجاذبية م/ ت	٣,٧	٨,٩	٩,٨	٣,٧	٢٣,١	٩	٨,٧	١١	٠,٦
الكتلة $١٠^{٢٤}$ كيلوجرام	٠,٣٣٠	٤,٨٧	٥,٩٧	٠,٦٤٢	١٨٩٩	٥٦٨	٨٦,٨	١٠٢	٠,٠١٢٥
القطر بالكيلومتر	٤٨٧٩	١٢١٠٤	١٢٧٥٦	٦٧٩٤	١٤٢٩٨٤	١٢٠٥٣٦	٥١١١٨	٤٩٥٢٨	٢٣٩٠

المصدر : ناسا — **جدول(٢-١) بعض المعلومات الفلكية الهامة عن الكواكب السيارة**





فكر:

اذكر سبب عدم وجود أقمار أو توابع تدور حول كوكبي عطارد والزهرة؟

٣ـ الأقمار :

للكواكب السيارة عدد من الأقمار تختلف في أعدادها وأحجامها بحسب قوة جاذبية الكوكب وبعده عن الشمس (انظر : جدول (٢-١). وللأرض قمر واحد له تأثير من حيث الجاذبية، فهو يشد إليه الجزء المواجه له من الأرض، ولكن تأثيره يبدو واضحاً على البحار. حيث يكون سبباً ـ بإذن الله ـ في حدوث المد والجزر.

٤ـ الكويكبات :

وهي توجد بين كوكبي المريخ والمشتري، حيث تزيد عن ألفين من الكويكبات الصغيرة التي تدور كلها حول الشمس، ويسود اعتقاد بأن هذه الكويكبات هي عبارة عن بقايا كوكب انفجر لسبب ما بقدرة الخالق سبحانه ، وتختلف أحجام هذه الكويكبات من ١٠٠٠ كلم قطراً إلى بضع مئات من الأمتار.

٥ـ الشهب :

يختلف حجم الشهب من حجم حبة الرمل إلى حجم الحصى ، إلا أنها تتميز جميعاً بعظم درجة توهجها، وشدة سرعة سقوطها نحو سطح الأرض؛ حيث ينجم عن احتكاك أجسام الشهب الملتهبة بالغلاف الجوي تحولها إلى أبخرة وغازات. قال تعالى في محكم التنزيل :

﴿ وَأَنَّا كُنَّا نَقْعُدُ مِنْهَا مَقَاعِدَ لِلسَّمْعِ فَمَن يَسْتَمِعِ الْآنَ يَجِدْ لَهُ شِهَابًا رَّصَدًا ﴿٩﴾ ﴾ (الجن:٩) .

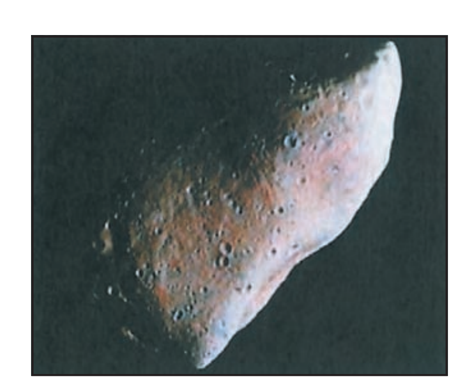
٦ـ النيازك :

تشبه النيازك الشهب في أنها أجسام آتية من الفضاء الخارجي تسقط بقاياها فوق سطح الأرض، والنيازك أكبر حجماً من الشهب نسبياً شكل (٢-٣). وعلى ذلك لا تحترق مواد النيازك كلياً أثناء عبورها طبقات الغلاف الجوي، بل قد تصل بعض أجزاء من موادها إلى سطح الأرض. ويختلف وزن



بقايا النيازك من بضعة كيلو غرامات إلى بضعة أطنان . وكان من أكبر النيازك حجماً ذلك الذي سقط في جزيرة جرينلاند، حيث بلغ وزنه ٢٦ طناً. شكل (٢-٤)

﴿يُرْسَلُ عَلَيْكُمَا شُوَاظٌ مِّن نَّارٍ وَنُحَاسٌ فَلَا تَنتَصِرَانِ ۝٣٥﴾ (الرحمن :٣٥)



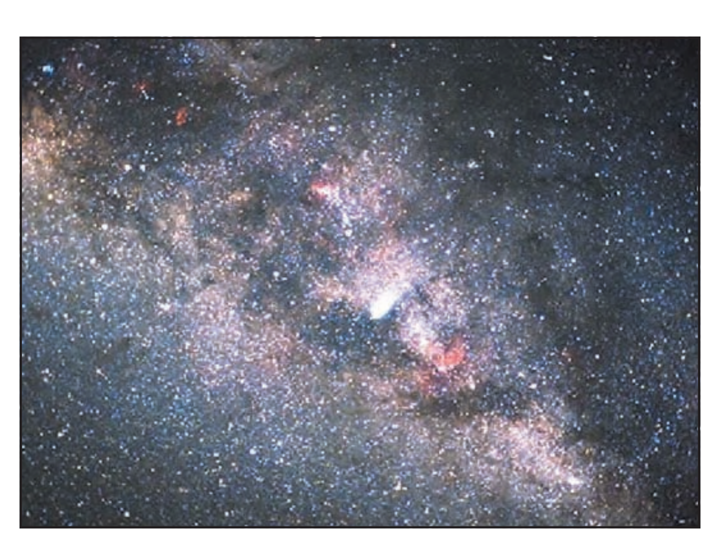
شكل (٢-٣) نيزك



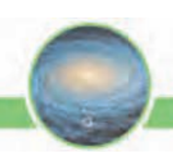
شكل (٢-٤) حفرة ناتجة عن سقوط نيزك

٧ـ المذنبات :

أجسام مكونة من الجليد والصخور والتي تدور حول الشمس في مدارات إهليجية شديدة الاستطالة، وعندما تقترب من الشمس فإنها تتأثر بحرارتها فتنصهر محدثة سيلاً من الغازات يشكل ذيل المذنب؛ حيث يتجه هذا الذيل دائماً معاكسا للشمس. شكل (٢-٥) وقد تصطدم هذه المذنبات بالكواكب السيارة مثل ما حدث عندما اصطدم المذنب شوميخر في عام ١٩٩٤م بكوكب المشتري.



شكل (٢-٥) صورة لمجرة درب التبانة يتضح فيها مذنب هالي تم التقاطها في أكتوبر ١٩٩٧م



والمجموعة الشمسية بدورها تتحرك في الفضاء ضمن مجموعة فلكية كبرى تسمى المجّرة. أما الشمس نفسها فإنها تحتفظ بمكانها بالنسبة للكواكب السيارة التي تدور حولها . وعند التفكير بهذه المجموعة يتبادر إلى الذهن سؤال بديهي، وهو: لماذا لا تصطدم هذه الكواكب بعضها ببعض؟ ولماذا لا تلتحم بالشمس؟ وجواب ذلك ما ذكره الله سبحانه وتعالى في كتابه الكريم: ﴿وَءَايَةٌ لَّهُمُ ٱلَّيْلُ نَسْلَخُ مِنْهُ ٱلنَّهَارَ فَإِذَا هُم مُّظْلِمُونَ ﴿٣٧﴾ وَٱلشَّمْسُ تَجْرِى لِمُسْتَقَرٍّ لَّهَا ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ ٱلْعَزِيزِ ٱلْعَلِيمِ ﴿٣٨﴾ وَٱلْقَمَرَ قَدَّرْنَٰهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَٱلْعُرْجُونِ ٱلْقَدِيمِ ﴿٣٩﴾ لَا ٱلشَّمْسُ يَنۢبَغِى لَهَآ أَن تُدْرِكَ ٱلْقَمَرَ وَلَا ٱلَّيْلُ سَابِقُ ٱلنَّهَارِ وَكُلٌّ فِى فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴿٤٠﴾﴾ (يس: ٣٧-٤٠).

وفي قوله تعالى: ﴿لَخَلْقُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ أَكْبَرُ مِنْ خَلْقِ ٱلنَّاسِ وَلَٰكِنَّ أَكْثَرَ ٱلنَّاسِ لَا يَعْلَمُونَ ﴿٥٧﴾﴾ (غافر: ٥٧). فهذه الآيات الكريمة تدل على عظم خلق السماوات والأرض، وقدرة الخالق سبحانه في الخلق، وعلى الدقة المتناهية التي صاغ الله بها هذا الكون الفسيح والمترامي الأطراف. وتعطينا الإجابة الشافية لهذا التساؤل. حيث إن الذي خلق هذه الكواكب حكيم عليم خبير، فهو قد وضع ميزاناً دقيقاً محكماً لبقاء هذه النظام فهو سبحانه عندما خلق كل كوكب، لم يخلقه بغير تدبير أو إحكام أو تنظيم، وإنما خلقه بحجم خاص ووزن معلوم ومواد محددة ووضعه في فلكه الصحيح ومداره اللائق بذلك الوزن والحجم. ﴿إِنَّا كُلَّ شَىْءٍ خَلَقْنَٰهُ بِقَدَرٍ ﴿٤٩﴾﴾ كما أجراه سبحانه بسرعة محددة تتناسب مع مداره وبعده عن الشمس، وبقية الكواكب. وتتناسب أيضاً مع حجمه، ووزنه، فلم يكن الخلق عشوائياً وإنما كان خلقاً مقدراً محكما متقنا قام على ميزان دقيق. وباستخدام هذا الميزان تمكن الفلكيون من معرفة الكوكب بلوتو قبل مشاهدته بالمراصد الكبيرة وحددوا مكانه، وسرعته ووجهته وكثافته، فإذا بالنتيجة تأتي كما حددوها قبل رؤيته، وذلك بالحساب من الميزان الدقيق الذي وضعها الخالق سبحانه لهذه المجموعة وللكون على السواء.

ثم حاول العالم إسحاق نيوتن الإجابة على هذا التساؤل، عندما اكتشف قانون الجاذبية العام الذي بيّن **أن كل جسم في الطبيعة يتجاذب مع جسم آخر بقوة تتناسب طردياً مع كتلتيهما وعكسياً مع مربع المسافة**



التي بينهما. أي أن قوة الجاذبية هذه تكون كبيرة كلما كانت كتلة الجسمين كبيرة وتصغر كلما كانت المسافة بين الجسمين شاسعة. ونعلم أيضاً من قوانين نيوتن الحركية أن كل جسم متحرك في الفضاء الفارغ يستمر في حركته بسرعة ثابتة باتجاه واحد إلا إذا وقع تحت تأثير قوة خارجية. ففي حالة الكواكب السيارة تكون جاذبية الشمس القوة الخارجية على الكوكب، فينحرف الكوكب ويسير في مدار بيضاوي (اهليجي) معين حول الشمس، وهذا هو الوضع السائد في المجموعة الشمسية. . . وبفعل حركة الكواكب حول



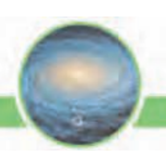
المجـــرات Galaxies



شكل (٢-٦) لمجرة درب التبانة حيث يلاحظ في المربع صغر المجموعة الشمسية التي تنتمي الأرض لها بالنسبة للمجرة

الشمس تحافظ على بعدها عنها وتحمي نفسها من الالتحام بها. فسبحان الله مبدع هذا الكون الفسيح.

إذا تطلعت إلى السماء في ليلة صافية غير مقمرة، وخاصة في منتصف الصيف أو منتصف الشتاء، فإنك تشاهد حزاماً من الضوء كالسحاب الخفيف يمتد عبر السماء، ويطلق على هذا الحزام اسم درب التبانة. وهو مكوَّن من عدد هائل من النجوم، ويشكِّل مجموعة كونية تسمى **المجرَّة** (**Galaxy**) شكل (٢-٦). ويقول



علماء الفلك إن المجموعة الشمسية هي جزء صغير من مجرة درب التبانة. والمجرة هذه لها شكل عام نستطيع أن نشاهدها في السماء بواسطة المنظار (التلسكوب)، ويقدّر الفلكيون أن في هذه المجرة ما يقرب من ١٠٠,٠٠٠ مليون نجم، وأنه يستغرق الضوء كي يقطع المسافة من طرف المجرة إلى الطرف الآخر مائة ألف سنة ضوئية. وسمكها من الوسط يقطعه الضوء في عشرة آلاف سنة ضوئية. شكل (٢-٧).

وهكذا فإن المجموعة الشمسية، ـ كما ذكرنا أعلاه ـ تقع في مجرة درب التبانة ويحدَّد موقعها في طرف المجرة **وتُعرَّف المجرة بأنها نظام نجمي يرتبط ببعضه ويسير وفق نظام معين، ويتحرك في الفضاء ككتلة واحدة مع اختلاف حركة أجزائه الداخلية.** وتتكون المجرة من بلايين النجوم والكواكب والمذنبات والنيازك، بالإضافة إلى الغبار الكوني والغازات (أهمها الهيدروجين) والسحب الكونية (السَّدم) تدور بعضها حول بعض وتربطها قدرة البارئ بالجاذبية فتجعلها وحدة عظيمة متماسكة. وهناك الملايين من المجرات في الكون العظيم. وهذه المجرات تتحرك منتشرة في الفضاء الكوني مبتعدة عن بعضها بسرعة هائلة بديعة، أي أن الكون يتمدد ويتسع.

وَٱلسَّمَآءَ بَنَيۡنَٰهَا بِأَيۡيْدٖ وَإِنَّا لَمُوسِعُونَ ﴿٤٧﴾

عظمة الخالق تتجلى في خلق الكون :

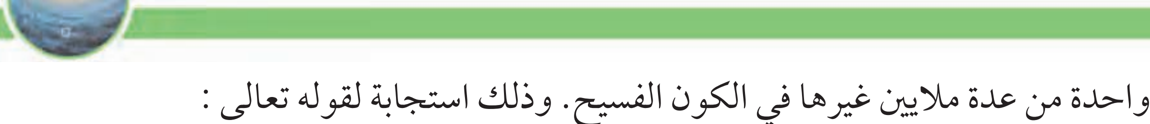
قال تعالى : ﴿ ﴾ (الذاريات : ٤٧).

حتى تتصور عظمة الخالق ـ عز وجل ـ وعظيم قدرته وصنعه لهذا الكون الذي نعيش فيه، فكِّر في نفسك على الأرض، ثم فكر في الأرض باعتبارها من أصغر كواكب المجموعة الشمسية، ثم فكر في المجموعة الشمسية كلها باعتبارها جزءاً ضئيلاً من مجرة درب التبانة. وأخيراً فكر في مجرتنا باعتبارها

﴿إِنَّ فِي خَلۡقِ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِ وَٱخۡتِلَٰفِ ٱلَّيۡلِ وَٱلنَّهَارِ لَأٓيَٰتٖ لِّأُوْلِي ٱلۡأَلۡبَٰبِ ﴿١٩٠﴾ ٱلَّذِينَ يَذۡكُرُونَ ٱللَّهَ قِيَٰمٗا وَقُعُودٗا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمۡ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلۡقِ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِ رَبَّنَا مَا خَلَقۡتَ هَٰذَا بَٰطِلٗا سُبۡحَٰنَكَ فَقِنَا عَذَابَ ٱلنَّارِ ﴿١٩١﴾﴾ (آل عمران: ١٩٠ - ١٩١).

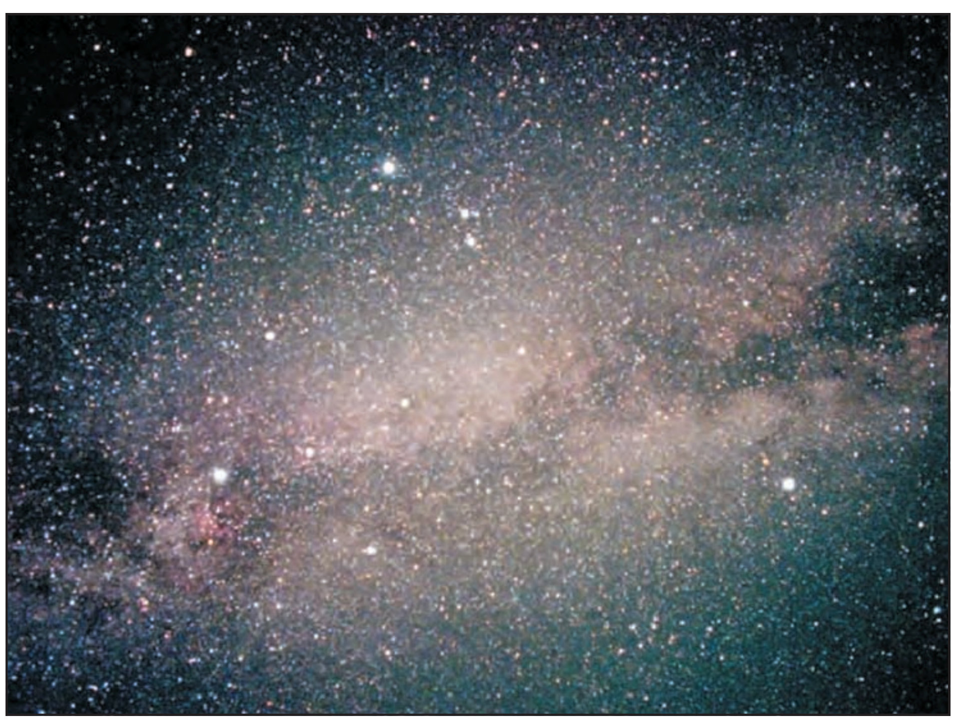
السنة الضوئية تعادل : ٩,٤٦٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ كلم.



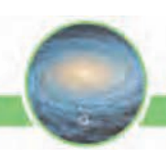


واحدة من عدة ملايين غيرها في الكون الفسيح. وذلك استجابة لقوله تعالى :

ثم تمعّن في الآية الكريمة فالله سبحانه وتعالى خالق السموات والأرض يدعو الإنسان إلى التفكير في آيات الكون علّه يفهم نظمه وقوانينه، والعلماء بدورهم يبحثون في الحقائق المكتشفة ويربطون بينها بالمنطق والتفكير النظري، حتى يتوصلوا إلى تفسر معقول لما يشاهدونه من ضخامة هذا الكون واتساعه وتعدد نجومه وكواكبه والذي لا يكاد يقارن بعرش الرحمن إلا كما ورد في السنة المطهرة عن أبي ذر الغفاري ـ رضي الله عنه ـ أنه سأل رسول الله عن الكرسي فقال :« **والذي نفسي بيده ما السماوات السبع عند الكرسي إلا كحلقة ملقاة بأرض فلاة ، وإن فضل العرش على الكرسي كفضل الفلاة على تلك الحلقة**». ومن المسائل التي يفكر فيها العلماء إيجاد تفسير لأصل الأرض، والمجموعة الشمسية. ولقد وضعت نظريات عديدة بهذا الصدد. والملحوظ فيها أنها تتغير من وقت إلى آخر، حسب تطور معلوماتنا.



شكل (٢-٧) صورة لجزء من مجرة درب التبانة تم التقاطها في ديسمبر ١٩٩٦م



وعندما نفكر في أصل الأرض يجب أن يكون تفكيرنا بأسلوب منهجي سليم نميز بين ما هو نظرية وما هو حقيقة علمية ثابتة، والحقيقة العلمية التي لا مراء فيها والتي وردت في القرآن الكريم في قوله تعالى: ﴿ثُمَّ ٱسْتَوَىٰٓ إِلَى ٱلسَّمَآءِ وَهِىَ دُخَانٌ فَقَالَ لَهَا وَلِلْأَرْضِ ٱئْتِيَا طَوْعًا أَوْ كَرْهًا قَالَتَآ أَتَيْنَا طَآئِعِينَ ﴿١١﴾﴾ (فصلت: ١١).

وكذلك تأمل قول الله عز وجل: ﴿أَوَلَمْ يَرَ ٱلَّذِينَ كَفَرُوٓا۟ أَنَّ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَٰهُمَا ۖ وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ ۖ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٣٠﴾﴾ (الأنبياء: ٣٠).

لقد توصلت الدراسات العلمية الحديثة أن جميع مكونات المجموعة الشمسية من أصل واحد بينها خواص وقوانين مشتركة، و الأدلة التي استدلوا بها، هي:

١ـ تشابه التركيب الكيمائي لها.
٢ـ انتظام حركة الكواكب التسعة حول الشمس.
٣ـ وجود أقمار لمعظم كواكب المجموعة.
٤ـ تساقط النيازك على الكواكب ودوران المذنبات.

نشاط عملي:

دراسة بعض الأجرام السماوية القريبة.

في إحدى الليالي المظلمة تماماً حاول أن تنفذ هذا النشاط لمشاهدة الكواكب القريبة، وكذلك الاطلاع على النجوم البعيدة في مجرتنا و الإطلاع على قدرة الخالق سبحانه في الخلق والإبداع.

احتياجات النشاط العملي:



* نظارة مقربة (ويفضل تليسكوب صغير يكون موضوع على حامل ثلاثي) .

خطوات النشاط :

اتجه بالمنظار إلى السماء الصافية (يفضل أن تكون خارج المدينة. هل تعرف لماذا ؟) وحاول دراسة الكواكب القريبة منك (مثل كوكب الزهرة والمريخ والمشتري) وكذلك عن بعض المجموعات العديدة مثل (الدب الأصغر والأكبر) . وسجل ملاحظاتك.

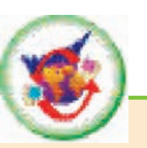
للإطلاع :

لغز انفجار تونجوسكا :

فجر ٣٠ يونية عام ١٩٠٨م، اخترقت سماء سيبريا كرة نارية ضخمة وانفجرت فوق المنطقة بقوة تعادل ١٠٠٠ قنبلة ذرية من النوع الذي ألقي على مدينة هيروشيما وحرقت الحرارة المنبعثة قطعان الرنة وعشرات الآلاف من الأشجار دائمة الخضرة وحولتها إلى كتل متفحمة بدائرة يبلغ قطرها مئات الأميال. وظلت المنطقة لأيام عديدة متوهجة بلون برتقالي مخيف. وظل الناس حتى في أماكن بعيدة مثل غرب أوروبا يستطيعون قراءة الصحف في الليل على ضوء هذا التوهج الشديد ودون الحاجة لاستخدام أي مصباح. وبدا التأثير شبيها بانفجار بركاني، ولكن لم تكن هناك أية براكين متفجرة. والدليل المادي الوحيد على هذا الحدث الغريب هو الاهتزازات المتتالية التي سجلتها أجهزة مراقبة الهزات الأرضية على ورقها الاصفر، وفي مدينة ابروكوتسك أظهرت أجهزة رصد الزلازل حدوث هزة أرضية متوسطة على بعد ألف ميلٍ شمالاً في منطقة نائية تدعى تونجوسكا. ولم يذهب العلماء إلى المنطقة المنكوبة إلا بعد ١٩ عاماً، وكانوا مترددين في الذهاب إلى منطقة مليئة بالمستنقعات وبعيدة جداً وفي نهاية الأمر عندما وصلوا إليها أذهلهم منظر الدمار الشاسع الذي شاهدوه، فهناك الأشجار المتفحمة ملقاة في صفوف على امتداد الأفق. وبحثوا عن فوهة بركانية في المنطقة ولكن دون جدوى وحاولوا العثور على شظايا أو كويكب أو جرم فضائي ولكنهم لم



يعثروا على شيء. وكل ما وجدوه هو شهود عيان في قرى مجاورة تحدثوا عن مشاهدتهم لكرة نارية تخترق صفحة السماء بضجيج مرعب أعقبها انفجار مدو دفع الناس للقفز مذعورين. وفهموا بأن شيئاً غير مسبوق قد حدث في المنطقة، وكانت الأشجار هيَ الدليل الوحيد على حدوثه. ولمدة ٨٨ عاماً طرح لغز تونجوسكا الغامض عشرات النظريات بدا بعضها معقولا ومقبولا كاصطدام مذنب بالأرض وبعضها الآخر غير منطقي كانفجار سفينة فضائية أو طبق طائر فوق المنطقة. ومع استمرار الجدل بشأن ما حدث بالضبط عام ١٩٠٨ ظهر أخيراً دليل واضح قد يضع حداً لكل تلك النظريات ويجيب على معظم الأسئلة المحيرة. لقد عثر الباحثون في جذوع اشجار تونجوسكا الملتوية على ذرات دقيقة ذات طبيعة غير أرضية. وبالاستعانة برسومات الكمبيوتر المضاهية أشارت الأدلة إلى وجود نيزك متولد عن كويكب فضائي تناثرت شظاياه في الجو. وأصبح السؤال الملح لدى العلماء هو معرفة طبيعة هذا النيزك. فتأثير اصطدام الأجرام السماوية بالارض هو جزء مهم من تاريخ النظام الشمسي. خاصة وأن بعض النظريات تعزو انقراض الديناصورات الى اصطدام مذنب فضائي بالارض. وقد تابع كافة علماء الفلك بلهفة شديدة اصطدام المذنب شوميكر ـ ليفي بالمشتري عام



مواقع الإنترنت :

http://www.schoolarabia.net/astronomy/definitions/definition_1.htm

موقع يتكلم عن الفلك والكواكب.

http://www.emoe.org/library/general/space/science/scince.htm

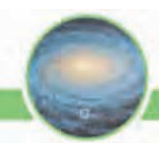
موقع يتحدث عن علم الفلك، الكون، النجوم، ونبذة تاريخية.

/http://www.cos.ksu.edu.sa/College/A/Books/astro

موقع يتحدث عن التقاويم وتحويلها وأهمية علم الفلك.

/http://www.meteorman.org

صور للنيازك ومواقعها المختلفة.





التقويم :

١٩٩٤، ولا يزالون منكبين على دراسة تأثيره حتى الآن.

١ـ ما المفهوم الأساسي الذي يمكن أن تكونه عن المجموعة الشمسية؟

٢ـ عدِّد مكونات المجموعة الشمسية.

٣ـ لو توجهت مركبة فضائية إلى الشمس بسرعة عشرين ألف كيلو متر في الساعة، فكم من الوقت يلزمها كي تصل إلى الشمس؟

٤ـ رتب كواكب المجموعة الشمسية حسب قربها من الشمس.

٥ـ علل ما يلي :

أ- عدم اصطدام كواكب المجموعة الشمسية ببعضها البعض.

ب-استحالة الحياة على كوكب عطارد «استعن بالجدول المرفق مع الموضوع».

ج- عدم وجود أقمار تابعة لكوكبي عطارد والزهرة .

د- البطء الشديد لدوران عطارد حول نفسه (طول يوم عطارد).

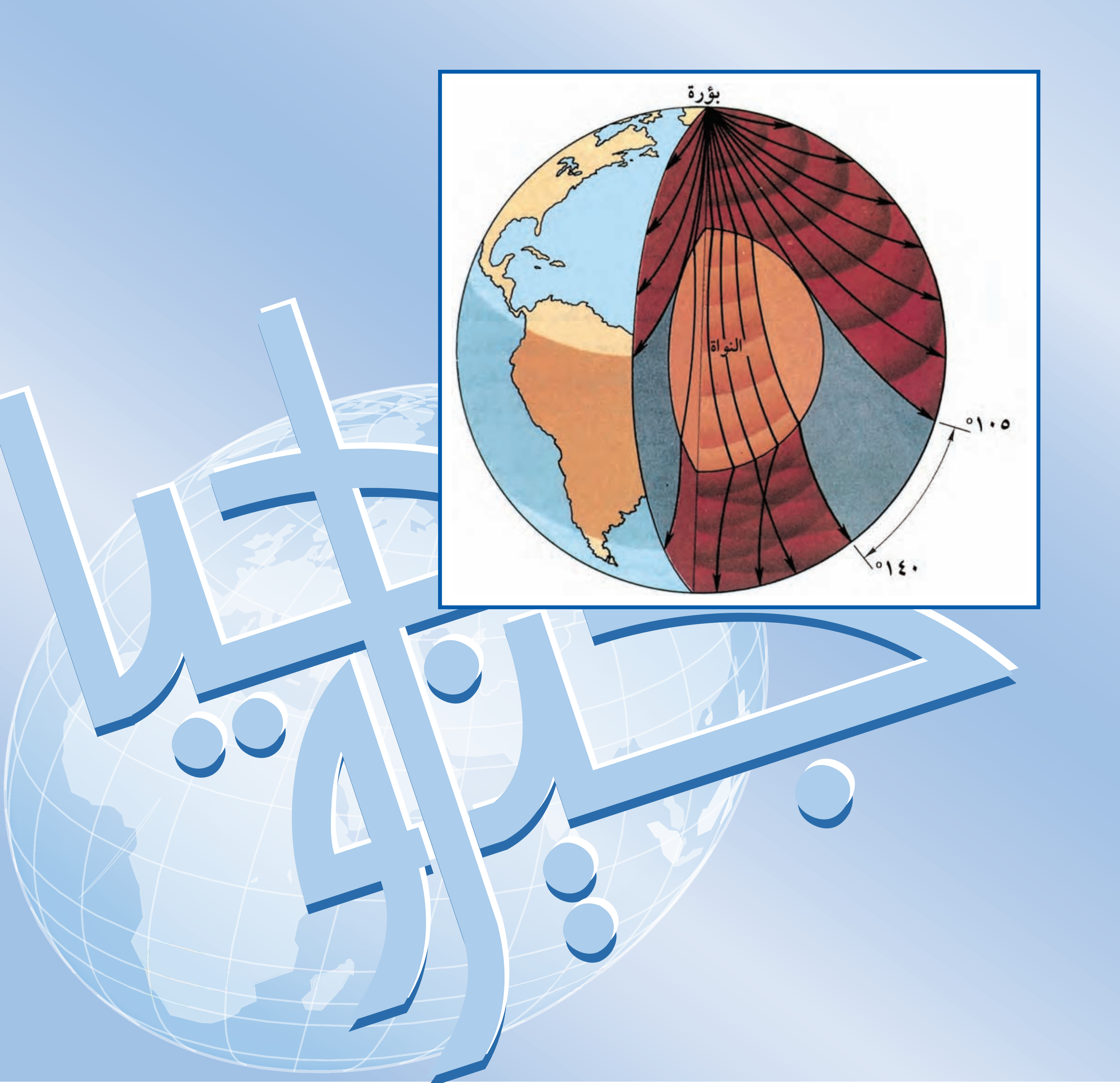
هـ - للكواكب السيارة مدار إهليجي حول الشمس.

٦ـ عدد الأدلة التي تؤيد أن «أصل المجموعة الشمسية واحد».

٧ـ قارن بين :

أ - النيازك و الشهب.

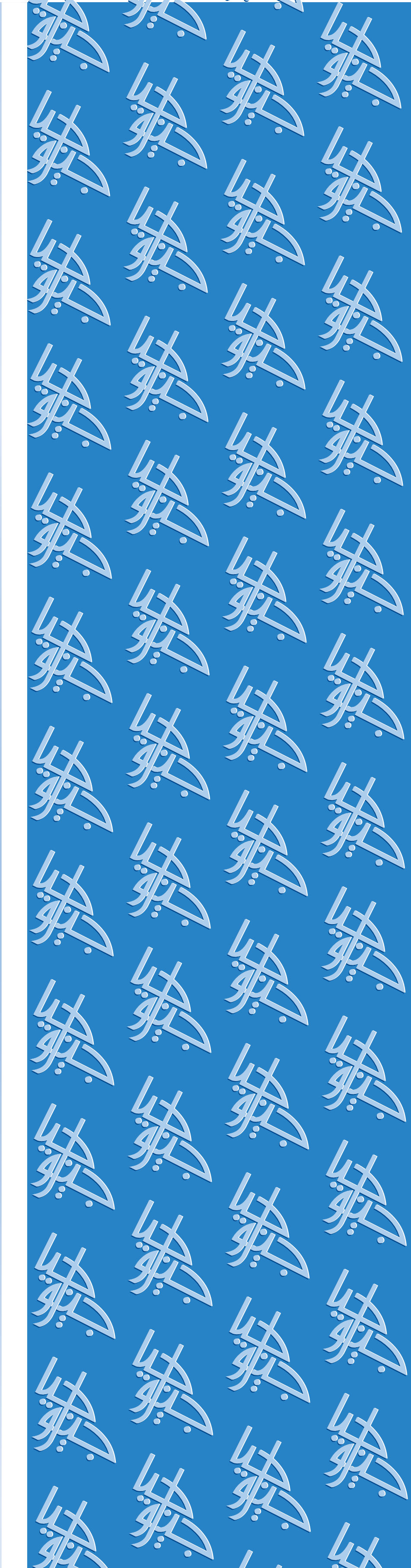
الموضوع الثالث
تركيب الأرض



الأهداف الرئيسة لتدريس هذا الموضـوع :

أخي الطالب : من خلال دراستك لهذا الموضوع يتوقع منك أن تكون قادراً على :

١ـ تحديد شكل الأرض طبقاً للمقاييس الحديثة.
٢ـ تعداد الأغلفة المكونة للأرض.
٣ـ توضيح أهمية أغلفة الأرض.
٤ـ بيان الوسائل التي اعتمد عليها العلماء في التعرف على باطن الأرض.
٥ـ رسم قطاع يوضح الأقسام الرئيسة لطبقات الأرض .
٦ـ وصف طبيعة وشاح الأرض وكلاً من نواتها الخارجية والداخلية.
٧ـ المقارنة بين النواة الداخلية والخارجية للأرض من حيث الكثافة والسمك والتركيب.
٨ـ شرح أهمية الطريقة الزلزالية في التعرف على طبيعة باطن الأرض.
٩ـ التعرف على العناصر التي تشكل النسبة العظمى من كتلة القشرة الأرضية.
١٠ـ المقارنة بين الموجات الأولية والثانوية.





تركيب الأرض



شكل (٣-١) صورة الأرض من الفضاء الخارجي

﴿هُوَ ٱلَّذِى خَلَقَ لَكُم مَّا فِى ٱلْأَرْضِ جَمِيعًا ثُمَّ ٱسْتَوَىٰٓ إِلَى ٱلسَّمَآءِ فَسَوَّىٰهُنَّ سَبْعَ سَمَٰوَٰتٍ وَهُوَ بِكُلِّ شَىْءٍ عَلِيمٌ ﴿٢٩﴾﴾ (البقرة :٢٩).

من الطبيعي أن يهتم الإنسان بالأرض التي يعيش عليها أكثر من اهتمامه بالكواكب والمجموعات الفلكية الأخرى، ومن الطبيعي أن تكون دراسة الأرض أسهل علينا من دراسة الأجرام السماوية البعيدة عنا. ولهذا، فإن المعلومات عن تركيب الأرض وبنيتها قد ازدادت في السنوات الأخيرة بشكل لم يسبق له مثيل. شكل (٣-١).



شكل الأرض ومقاييسها :



شكل (٣-٢) مقاييس الكرة الأرضية

طال النقاش حول شكل الأرض بين العلماء في الماضي؛ وذلك لعدم توافر الأدلة القاطعة على صحة أي رأي في هذا الصدد. وكان أرسطو أول من أعتقد منذ قرابة (٢٣) قرناً أن الأرض كروية الشكل، مستنداً إلى :

١ـ أنّ الشمس لا تشرق على أجزاء الأرض كلها في الوقت نفسه.

٢ـ ظل الأرض المستدير الذي يقع على القمر أثناء الخسوف.

٣ـ تحرك الأفق وظهور نجوم جديدة، كلما تحركنا نحو الجنوب أوالشمال .

وقد استخدم أراتوستينس (١٩٦ قبل الميلاد) في أسوان طرقاً علمية صحيحة لقياس محيط الكرة الأرضية وحسابه، فوجد أن هذا المحيط يعادل ٤٠,٠٠٠ كيلومتر. واعتقد الفلكيون المسلمون أيضاً أن الأرض كروية الشكل، وقد قام أولاد موسى بن شاكر في القرن الثالث الهجري بقياس محيط الأرض بدقة كبيرة .



شكل (٣-٣) مكوك فضائي

أما في الوقت الحاضر، وألوف الأقمار الصناعية تجوب الفضاء حول الأرض، وبعد أن رأى رواد الفضاء الأرض من كل جوانبها (شكل ٣-٣)، وعرضوا علينا آلافاً من صورها، لم نعد بحاجة للبراهين كي نقتنع بأن الأرض كروية الشكل، وتدل القياسات الحالية الدقيقة على أن الأرض **شبه كروية**



في الشكل، إذ هي منبسطة قليلاً عند قطبيها، ونصف قطرها الاستوائي يساوي ٦٣٧٨ كلم، بينما يعادل نصف قطرها القطبي ٦٣٥٧ كلم. فيكون هكذا نصف قطرها الاستوائي أطول بـ ٢١ كلم من نصف قطرها القطبي، كما أن انبساط الأرض في القطب الجنوبي أكثر منه في القطب الشمالي شكل (٣-٢).

وبالاستعانة بقانون الجاذبية يمكن أن نحسب كتلة الأرض، فنجد أنه يعادل تقريباً ٦ × ١٠ ^٢٤^ كجم. وإذا قسمنا كتلة الأرض على حجمها نحصل على متوسط كثافة للأرض قدرها (٥,٥جم/ سم٣).



أغلفة الأرض : الهوائي والمائي و الصخري

يشكل الهواء غلافاً كاملاً يحيط بالكرة الأرضية من كل جوانبها. وتغطي المياه بدورها القسم الأكبر من سطح الأرض. كما أنها توجد على اليابسة بأشكال عدة، مما يسمح باعتبارها غلافاً شبه كامل حول الكرة الأرضية. ولهذين الغلافين، المائي والهوائي، ارتباط مباشر بالأرض وتأثير فعّال على أجزائها الخارجية. وتشد الأرض الماء والهواء إليها بقوة جاذبيتها فيدوران معها. وهذان الغلافان متداخلان بشكل بخار ماء في الهواء وهواء محلول في الماء. وكلاهما موجودان ضمن الغلاف الصخري.

الغلاف الهوائي :

يحيط الهواء بالأرض من كل الجهات بشكل غلاف كروي يصل ارتفاعه إلى نحو ستين كيلومتراً فوق سطح الأرض. وتتضاءل كثافة الهواء تدريجياً كلما ابتعدنا عن سطح الأرض. فثلاثة أرباع كتلة الهواء موجودة بين سطح الأرض وارتفاع عشرة كيلومترات تقريباً. ومعظم الجزء الباقي من الهواء موجود ما بين (١٠) كلم و (٩٠) كلم فوق مستوى البحر. وبطبيعة الحال فإن الضغط الجوي ينخفض كلما ارتفعنا فوق سطح الأرض ﴿ فَمَن يُرِدِ ٱللَّهُ أَن يَهْدِيَهُۥ يَشْرَحْ صَدْرَهُۥ لِلْإِسْلَٰمِ ۖ وَمَن يُرِدْ أَن يُضِلَّهُۥ يَجْعَلْ صَدْرَهُۥ ضَيِّقًا حَرَجًا كَأَنَّمَا يَصَّعَّدُ فِى ٱلسَّمَآءِ ۚ كَذَٰلِكَ يَجْعَلُ ٱللَّهُ ٱلرِّجْسَ عَلَى ٱلَّذِينَ لَا يُؤْمِنُونَ ﴿١٢٥﴾ ﴾ **(الأنعام : ١٢٥).**



فالضغط على قمة «إفرست» في جبال هملايا ـ مثلاً ـ يعادل ثلث قيمته عند مستوى سطح البحر. وتنخفض كذلك درجة الحرارة تدريجياً مع الارتفاع فتصل إلى حد أدنى يعادل ٦٥ مئوية تحت الصفر على ارتفاع (١٠) كلم. وتقل أيضاً نسبة الرطوبة في الهواء كلما ابتعدنا عن سطح الأرض إلى أن تختفي كلياً بعد ارتفاع (١٠) كلم.

ويتألف الهواء الجاف قرب سطح الأرض من مزيج من الغازات التالية :

نيتروجين ، أكسجين ، أرجون ، وثاني أكسيد الكربون. أما الجزء الباقي من الهواء (٠,٠٧٪) فإنه يتألف من غاز النيون (**Ne**) والهيليوم (**He**) والكربتون (**Kr**) والزينون (**Xe**) والهيدروجين (H_2) والميثان (CH_4) وبعض أكاسيد النيتروجين... ألخ، كما أن الهواء يحتوي على كميات غير ثابتة من الغبار والجراثيم جدول (٣-١). وقد دلت البحوث الدقيقة على أن كمية ثاني أكسيد الكربون في الهواء تزداد بصورة ملموسة. ويقدر العلماء أن نسبة هذا الغاز في الهواء في أوائل هذا القرن كانت أقل من نسبته الحالية (أي ٠,٠٣٪) بمقدار عشرة بالمئة .

الغـاز	النسبة المئوية حجما
نيتروجين	٧٨,١
أكسجين	٢٠,٩
أرجون	٠,٩
ثاني أكسيد الكربون	٠,٠٣
مواد مختلفة	٠,٠٧
المجمـوع	١٠٠

جدول (٣-١) تركيب الهواء



فكر:

ما هي أسباب زيادة معدلات غاز ثاني أكسيد الكربون وماهي المخاطر التي تنتج عن زيادة نسبته؟

إن الجاذبية الأرضية هي التي تشدُّ الهواء إلى الأرض وتبقيه حولها وتمنعه من الابتعاد عنها في الفضاء. واستناداً إلى مبدأ الجاذبية فيمكن اعتبار أن أثقل عناصر الهواء أقربها إلى سطح الأرض. وتدل الاختبارات على أن هذا الاعتبار صحيح بوجه عام. فثاني أكسيد الكربون ـ مثلاً ـ يبقى قريباً من سطح الأرض، بينما يبتعد الأكسجين إلى أبعد حد ممكن. ولكن الرياح وتحركات الهواء قرب سطح الأرض تحفظ تركيب الهواء متجانساً ونسب المواد فيه ثابتة تقريباً.



فكر:

يقول تعالى : ﴿ وَهُوَ ٱلَّذِي يُرْسِلُ ٱلرِّيَٰحَ بُشْرًۢا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِۦ حَتَّىٰٓ إِذَآ أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَٰهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنزَلْنَا بِهِ ٱلْمَآءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ مِن كُلِّ ٱلثَّمَرَٰتِ كَذَٰلِكَ نُخْرِجُ ٱلْمَوْتَىٰ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ ﴿٥٧﴾ ﴾ (الأعراف : ٥٧).

تظهر دلائل قدرة الله ورحمته بعباده في الدور الكبير الذي تلعبه الرياح في خلط مكونات الهواء، فما الذي يمكن أن يحدث بدون هذا الدور؟

والغلاف الجوي مؤلف من عدة طبقات متتالية نسميها أجواء وهي :

أ) الجو الأدنى (Troposphere)، يمتد من سطح الأرض إلى علو معدله (١٠) كلم، علماً بأن سماكة هذه الطبقة تقل كلما اقتربنا من القطب بسبب بطء دورانه حول نفسه. ويوجد معظم الهواء في هذه المنطقة حيث تتكون فيه السحب والرياح وهذا النطاق يعكس إلى الأرض الحرارة المنبعثة منها إلى طبقات الجو العليا. شكل (٣-٤).

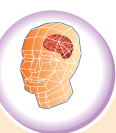
ب) الجو الأعلى (Stratosphere) من (١٠) كلم، ويرتفع إلى علو يقارب (٥٠) كلم. يقل فيه الهواء وتختفي فيه الغيوم وتكثر الرياح في بعض أجزائه. وهو يحتوي على طبقة الأوزون (O_3) في وسطه. حيث تتجلى عظمة الخالق - عز وجل - في وجود هذه الطبقة التي تعمل على ترشيح الأشعة الكونية «الأشعة فوق بنفسجية» التي تدخل إلى الأرض. شكل (٣-٤).



فكر:

بيّن أهمية دور الأوزون في حماية المخلوقات على الأرض؟






فكر:

هل تستطيع ذكر أهمية لهذه الغازات المتأيّنة؟

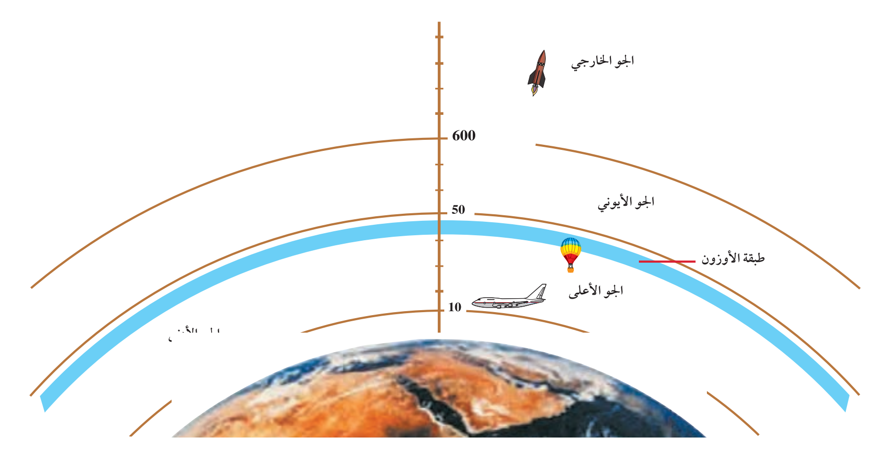
جـ) الجو الأيوني (Ionosphere) يمتد ما بين (٥٠) كلم و (٦٠٠) كلم تقريباً. وقد دعي بالأيوني لأنه مؤلف من غازات متأيّنة، ولكن كثافة الغازات فيه ضئيلة جداً، وهي المسؤولة عن انعكاس موجات الإذاعة. شكل (٣-٤).

د) الجو الخارجي (Exosphere) يلي الجو الأيوني، ويمتد إلى آلاف الكيلومترات في الفضاء. وهو يحتوي على الأكسجين الذري والهيليوم والهيدروجين بكميات ضئيلة لا يعادل مجموعها واحداً بالمليون من كمية الهواء، وهذا الجزء من الغلاف الجوي ملائم لتسيير الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية. شكل (٣-٤) .



فكر:

ما هو الفرق بين الغلاف الهوائي والغلاف الجوي؟



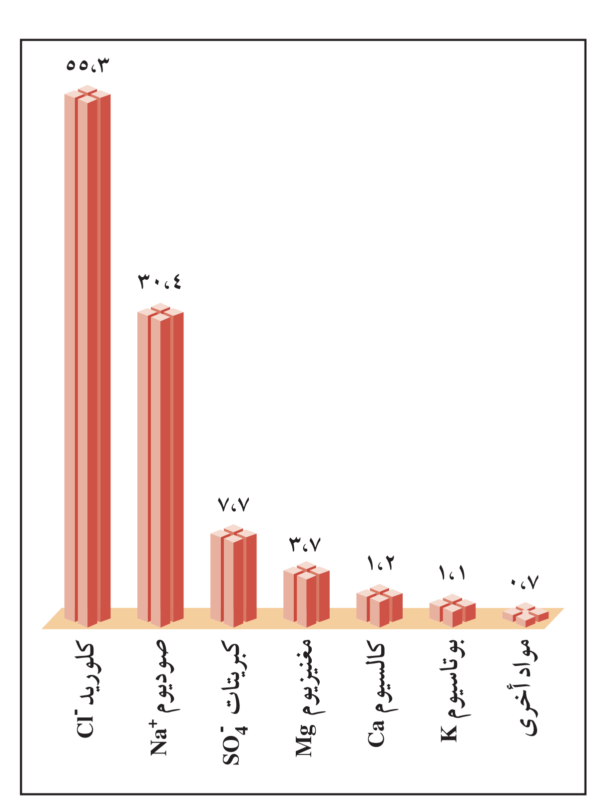
شكل (٣-٤) طبقات الغلاف الجوي



الغـلاف المـائي :

﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٣٠﴾ ﴾ (الأنبياء : ٣٠).

يمثل الغلاف المائي ٧١٪ من مساحة الكرة الأرضية. ويتألف الغلاف المائي الأرضي من مياه البحار والبحيرات والأنهار والمياه الجوفية والجليد والثلوج والسحب. ولهذه الأقسام علاقات وطيدة فيما بينها. تشكل مياه البحار ٩٧,٢ ٪ من مجموع مياه الأرض. وهذا يعادل ١٤٣٠ مليون كيلومتر مكعب من الماء. ويحتوي ماء البحر على كمية من الأملاح الذائبة فيه. فاللتر الواحد منه يحتوي تقريباً على (٣٥) جراماً من الأملاح. وأهم هذه الأملاح هي كلوريد الصوديوم ($NaCl$) أي ملح الطعام العادي، وكلوريد المغنيزيوم($MgCl_2$) وكلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) وكبريتات الصوديوم (Na_2SO_4) وكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) وكبريتات الكالسيوم ($CaSO_4$) وكبريتات المغنيزيوم ($MgSO_4$). وهذه الأملاح موجودة في الماء بحالة أيونات منفصلة الشكل (٣-٥)، لكنها تتحد لتشكل الأملاح المذكورة بعد تبخر الماء .كما يحتوي ماء البحر على بعض الغازات الذائبة وأهمها غاز الأكسجين وثاني أكسيد الكربون هذا فضلا عن احتوائه على أنواع مختلفة من الكائنات الحية النباتية والحيوانية .



شكل (٣-٥) أيونات الأملاح في ماء البحر

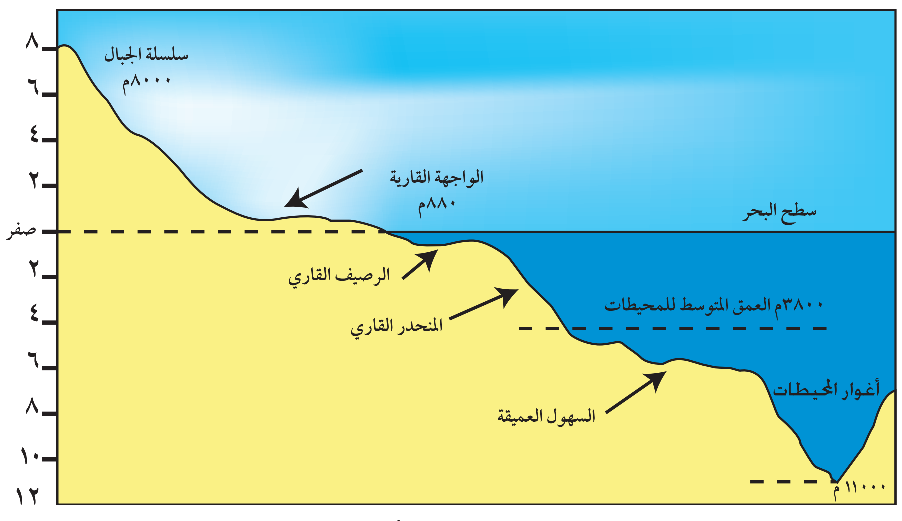
ويقارب متوسط عمق المحيطات (٣٨٠٠) متر، على أن هذا العمق قد يصل إلى (١١٠٠٠) متر. وهذا يعني أن هناك تفاوتاً كبيراً في العمق من مكان إلى آخر. أظهرت دراسة أعماق المحيط أن قاعه يتألف من



جبال وهضاب وأخاديد وأودية وسهول، كما هي الحال على اليابسة. شكل(٣-٦).

وللمحيطات دور هام في تكوّن الغيوم، إذ أنها تشكل أكبر مساحة تتبخر منها المياه. وتحتوي قيعان البحار على ثروات معدنية متنوعة، نذكر منها : المنجنيز والحديد والنحاس. كما أن البحر بيئة غنية بأنواع كثيرة من النبات والحيوان، وتُعقد عليها آمال كبيرة لحل قسم من مشاكل التغذية المتصاعدة.

ويقول سبحانه في محكم التنزيل : ﴿ هُوَ ٱلَّذِي يُرِيكُمُ ٱلْبَرْقَ خَوْفًا وَطَمَعًا وَيُنشِئُ ٱلسَّحَابَ ٱلثِّقَالَ ﴿١٢﴾ ﴾ (الرعد:١٢).



شكل (٣-٦) رسم بياني لأعماق المحيطات

الغـلاف الصخـري :

طبقات الأرض : القشرة والوشاح والنواة

يتفق العلماء في الوقت الحاضر على أن الكرة الأرضية تتألف من ثلاث طبقات رئيسة متتالية، وهي من السطح إلى الداخل كما يلي: القشرة والوشاح والنواة. وتمكّن العلماء من جمع معلومات قيّمة عن



جوف الأرض على ما في هذه العملية من صعوبة. وقبل أن نبيّن أهم ما هو معروف عن باطن الأرض، آثرنا أن نتطرق إلى كيفية الحصول على هذه المعلومات .

قد يكون أصعب ما يواجهه الباحثون هو محاولة معرفة ما يجري في باطن الأرض. وقد استعمل الجيولوجيون كل الوسائل الممكنة في هذا السبيل، ومن هذه الوسائل :

١ـ **حفر الآبار الاستكشافية :** من خلال حفر آبار النفط العميقة، وحفر أنفاق المناجم تحت سطح الأرض، ومع ذلك فأعمق ما وصل إليه لم يتعد (١٥) كيلومتر فقط. ومع ذلك بقي عدد الحفريات العميقة قليلاً. وعلى كل حال فإن هذا العمق يبدو زهيداً لدى مقارنته بمركز الكرة الأرضية الذي يصل عمقه (٦٣٧٠) كلم.

٢ـ يمكن استنتاج بعض المعلومات عن الطبقات الأعمق **بدراسة المواد البركانية** التي يبدو أن مصدرها يتراوح بين بضعة كيلومترات وسبعين كيلومتر تحت سطح الأرض.

٣ـ ولقد ساعدت **الدراسات الجيوفيزيائية** كذلك على معرفة باطن الأرض؛ حيث تعتبر التسجيلات الزلزالية من خلال انعكاس وانكسار الموجات الزلزالية من طبقات الأرض هي الطريقة الأساسية والأكثر شيوعاً للكشف عن التركيب الداخلي للأرض .

ويلجأ الباحثون إلى وسائل متنوعة لدراسة باطن الأرض بطرق غير مباشرة، معتمدين على الخواص الفيزيائية للأرض كالحرارة والمغناطيسية والجاذبية وسريان الهزات. ويستخدمون في قياساتهم أجهزة متطورة حساسة ويحللون النتائج بأساليب جيوفيزيائية.

ونورد فيما يلي بعض المعلومات الثابتة عن تركيب جوف الأرض:

١ـ تزداد درجة الحرارة تدريجياً مع العمق بمعدل ١°م لكل ثلاثين متراً تقريباً في الطبقات الخارجية. وتقدر الحرارة في وسط الأرض بنحو ٥٨٠٠°م.

٢ـ يزداد الضغط مع العمق بمعدل ٣٠ ضغطاً جوياً لكل مئة متر حتى يبلغ ثلاثة ملايين ونصف المليون ضغط جوي تقريباً في وسط الأرض.



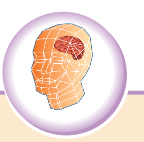
٣ـ تزداد كثافة مواد الأرض بشكل تصاعدي كلما ازداد العمق.

ويغير ازدياد الحرارة والضغط خواص المواد إلى درجة يصبح معها التكهن بتركيب باطن الأرض مسألة شديدة التعقيد.

قشرة الأرض Crust:

تشكل الطبقة الخارجية من الكرة الأرضية غلافاً رقيقاً تتراوح سماكته بين (٣٠-٥٠) كلم تحت القارات، وما بين (٥-١٠) كلم تحت المحيطات وتتميز صخور القشرة الأرضية بكثافتها المنخفضة، وتتفاوت القشرة الأرضية في تركيبها الصخري من صخور الجرانيت الأكثر شيوعاً في المناطق القارية والمكون الرئيس لها إلى صخور البازلت المكونة لقيعان المحيطات.

والقشرة القارية غنية بسيليكات الألمنيوم تدعى السيال (SIAL = سيلكون والألمنيوم). بينما تتألف القشرة تحت المحيطات من صخور نارية بركانية غنية بسيليكات المغنزيوم والألمنيوم تدعى سيما (SIMA =سيلكون ومغنيزيوم) وتبدو كأنها بردت وتقلصت تحت تأثير المياه.



فكر:

قارن بين المادة المكونة للقشرة القارية والمحيطية من حيث كثافتها ومكوناتها.



تـركيـب الأرض:

دلّت التحاليل التي أجريت على مئات الآلاف من عينات الصخور التي أخذت من كل بقاع الأرض أن عشرة عناصر كيميائية فقط تكوِّن أكثر من ٩٩ ٪ من قشرة الأرض ، بينما تشكل جميع العناصر الأخرى أقل من واحد بالمئة من قشرة الأرض. ويبدو واضحاً من الجدول(٣-٢) أن فلزّات عديدة شائعة الاستعمال، كالنحاس والفضة والخارصين والرصاص، هي نادرة جداً في قشرة الأرض.



ويدل على هذا أن تركيب قشرة الأرض يختلف كثيراً من مكان إلى آخر.

وسوف نرى فيما بعد على أي شكل توجد هذه العناصر في قشرة الأرض. ونكتفي الآن بالقول إنها متحدة بعضها مع بعض لتكوّن المعادن التي تؤلف بدورها الصخور. وأكثر المعادن انتشاراً في القشرة مكوّنة من سيليكات الألمنيوم والحديد والمغنيزيوم والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم. أما متوسط كثافة قشرة الأرض فيقارب ٣ جرام/ سم٣، ويكون بذلك أقل من متوسط كثافة الأرض التي تعادل ٥,٥ جرام/ سم٣ (أي ٥٥٠٠ كجم/ م٣).

العنصر	النسبة المئوية وزناً
أكسجين	٤٦,٦
سيليكون	٢٧,٧
ألومنيوم	٨,٢
حديد	٥,٦
كلسيوم	٣,٦
صوديوم	٤,٢
بوتاسيوم	٢,٢
مغنزيوم	٢,١
تيتانيوم	٠,٦
فوسفور	٠,١
العناصر الباقية	٠,٩
المجموع	١٠٠

جدول (٣-٢) التركيب الكيميائي للقشرة الأرضية

وشاح الأرض ونواتها Mantle, Core :

إن معظم معلوماتنا عن أعماق الأرض الواقعة داخل قشرة الأرض تأتينا من دراسة الموجات التي تسري في الأرض بسبب الاهتزازات والزلازل الأرضية. وتقوم المراصد الموزّعة على سطح الأرض بقياس خواص الموجات التي تنطلق من مراكز حدوث الزلازل. **ومن أهم الموجات الزلزالية التي تفيد في دراسة باطن الأرض :-**

١- **الموجات الأولية (Primary Waves)** : تسري هذه الموجات في الأجسام الصلبة والسائلة.

٢- **الموجات الثانوية(Secondary Waves)** : لا تنتقل هذه الموجات إلا في الأجسام الصلبة فقط وتصل بعد الموجات الأولية .

وتتغير بوجه عام سرعة الموجات واتجاهها وشدتها كلما تغيرت طبيعة المواد التي تسري خلالها. ولقد تبين بوجه عام أن الموجات الأولية والثانوية التي تنطلق من مركز الزلزال تظهر حول المركز ضمن قوس نصفه يساوي (١٠٥°). ثم تختفي الموجات بين الدرجات (١٠٥°) و (١٤٠°). وتعود الموجات



الأولية لتظهر وحدها في المناطق الواقعة بين الدرجات (١٤٠°) و (١٨٠°). ويطلق اسم الظل الموجي على المنطقة الواقعة بين الدرجات (١٠٥°) و ((١٤٠° حيث لا تظهر فيها أي موجات. شكل (٣-٧)

استناداً إلى الظواهر المذكورة يمكننا أن نستنتج أن جوف الأرض يتكوّن من طبقتين: طبقة خارجية هي الوشاح وطبقة داخلية هي النواة، والتي تنقسم بدورها إلى نواة خارجية ونواة داخلية. وطبقة الوشاح صلبة إلى حد ما؛ لأنها تسمح بانسياب الموجات الثانوية فيها. أما النواة الخارجية فإنها لا تنقل إلا الموجات الأولية، فهي بذلك تملك بعض خواص السوائل.

والنواة الخارجية لها خواص السوائل والنواة الداخلية أكثر صلابة، ويعود سبب جمودها رغم ارتفاع حرارتها إلى الضغط الهائل الواقع عليها. وخلاصة المعلومات عن تركيب الأرض أنها مؤلفة من طبقات متراصة نوردها تباعاً من الخارج إلى الداخل حسب الجدول التالي :

شكل (٣-٧) اتجاهات انتشار الموجات الأولية والثانوية



الخواص / الطبقات	السمك	متوسط الكثافة	التركيب	مميزات أخرى
القشرة	٣٠-٥٠كلم تحت القارات، ٥-١٠كلم تحت المحيطات	٣ جرام/ سم٣	سيليكات الألمنيوم	تتألف من صخور جرانيتية تحت القارات وصخور بازلتية تحت المحيطات شكل (٣-٨)
الوشاح	٢٨٩٥ كلم	٥ جرام/ سم٣	سيليكات المغنيسيوم	له خواص الأجسام الصلبة ولكن الجزء الخارجي منه بين ٢٠٠-٥٠ كلم له خواص الأجسام اللزجة
النواة	٣٤٧٠ كلم	١٠ جرام/ سم٣	الحديد والنيكل	تقسم إلى نواة خارجية شبه سائلة، ويصل سمكها إلى ٢٢٠٠كلم، ونواة داخلية شبه صلبة يصل سمكها إلى ١٢٧٠كلم. شكل (٣-٨)

خلاصة المعلومات عن طبقات الأرض



الغلاف الجوي
القشرة الأرضية
الوشاح
النواة الخارجية
النواة الخارجية المنصهرة
النواة الداخلية شبه الصلبة

شكل (٣-٨) طبقات الأرض





للإطلاع :

طبقة الأوزون

هي جزء من الغلاف الجوي الذي يحيط بالكرة الأرضية. وهذه الطبقة مثلها مثل أي شيء خلقه الله تعتمد فاعليتها على التوازن الصحي للمواد الكيميائية ، ولكن أمام طموحات الإنسان التي تصل إلى حد الدمار جعل من هذه المواد الكيميائية مادة تساعد على إتلاف بل وتدمير طبقة الأوزون.

فالأوزون أكسجين ثلاثي الذرات O_3 يتكون من اتحاد الأكسجين الذي نستنشقه O_2 مع أكسجين أحادى الذرة. والأكسجين يشكل حوالي ٢٠٪ من الهواء الجوي ويتناقص الأكسجين بفعل تنفس المخلوقات الحية وبعض عمليات الاحتراق الأخرى التي تحدث في الطبيعة سواء في عمليات اشتعال النيران التي يقوم بها الإنسان أو تلك الحوادث التي تحدث بسبب احتراق الغابات أو إشتعال النيران فى المنشآت أو حرق المخلفات بالطرق التقليدية أو بفعل بعض الصناعات وحركة الآليات.

ولكن قدرة الله سبحانه توازن ذلك الفاقد بفعل عمليات التمثيل الضوئي التي تحدث فى النباتات ليبقى الهواء الجوي فى حالة توزان فالفاقد يعادله المنتج. وطبقة الأوزون تحيط بالغلاف الجوي للأرض وتبعد حوالي ٢٠ - ٣٠ كم عن سطح اليابسة، وهذا الغلاف هو غلاف غير ملموس ويبلغ تركيز الأوزون فى هذه الطبقة حوالى أقل من ١٠ جزيئات لكل مليون جزيء.

ولطبقة الأوزون أهمية كبيرة فى الإقلال من تسرب الأشعة فوق البنفسجية والتي وإن نفذت بكل تركيزها لكان لها أثر كبير فى زيادة درجة حرارة الأرض مما يجعل الحياة غير ممكنة ولعل الزيادة الطفيفة فى تسرب مثل هذه الأشعة تشكل مشكلة بيئية حقيقية أقلها كثرة الإصابة بسرطانات الجلد وأضرار بيئية مختلفة تتناسب طردياً وكمية الأشعة التي تنفذ لتصل سطح الأرض. مما جعل العلماء ينكبون على دراسة هذه الطبقة والعوامل التي تؤدى إلى زيادتها ونقصها حفاظاً على كوكبنا وحماية لأنفسنا وبيئتنا.

و في سنة ١٩٧٠ تم الكشف عن قدرة الكلور وفلوروكربون «CFC» في تحطيم طبقة الأوزون ويتكون جزيء هذا المركب الكيماوي من ذرة كربون وذرة فلور وثلاث ذرات من الكلور. وهو مركب يتم استخدامه في أجهزة التبريد من ثلاجات ومكيفات بأنواعها وصناعة بعض المذيبات وصناعة الإسفنج والفلين الصناعي ولإنتاج المفروشات والمواد العازلة للحرارة والرغاوي المستخدمة في التعبئة والمطافئ ...إلخ.

حيث إن سقوط الأشعة فوق البنفسجية على جزيء الكلور وفلوروكربون يسبب فصل إحدى ذرات الكلور من هذا المركب ، وتقوم ذرة الكلور بصدم جزيء الأوزون لتكون أول أكسيد الكلور وجزيء أكسجين ، وإذا صدمت ذرة أكسجين أول أكسيد الكلور فستكون جزيء أكسجين تاركة ذرة الكلور حرة في الجو لتعيد الكرة



وتحطم جزيء أوزون آخر .. وهكذا.

و البراكين وانفجارها تمثل أيضا مصدراً طبيعياً آخر لتدمير طبقة الأوزون فثوران البراكين بدرجة عالية يستطيع بث حامض الكلوريك مباشرة في طبقات الجو العليا، ولكن ذلك لا يشكل نسبة كبيرة في تدمير الأوزون حيث لا يتجاوز ذلك نسبة ٣-٥٪ في حين تشكل المصادر الطبيعية الأخرى حوالي ١٥-٢٠٪ أي أن ٨٠٪ من أسباب تدمير طبقة الأوزون يرجع للنشاط البشري وما تصنعه أيدي البشر.

كل هذا الدمار لطبقة الأوزون تسبب في حدوث ثقب لهذه الطبقة فوق منطقة انتاركتيكا بمنطقة القطب الجنوبي. والأسوأ من وجود هذا الثقب هو تأكد العلماء من أن حجم هذا الثقب دائم في الازدياد وبشكل يومي.

تـأثير ثقب الأوزون

لقد تم التأكد من تأثير ثقب الأوزون فوق أنتاركتيكا على الكثير من المخلوقات وتم إثبات تأثير ازدياد اختراق الأشعة فوق البنفسجية ووصولها للأرض على الحياة فوق الأرض بداية من الأحياء البسيطة وأحادية الخلايا حتى الأحياء المتقدمة الأمر الذى سيقلل من إنتاج الغذاء فوق الأرض ويزيد من الكثير من الأوبئة والأمراض وقد يجعل الحياة مستحيلة فوق كوكبنا، فزيادة الأشعة فوق البنفسجية تزيد من نسبة الإصابة بالسرطان وكذلك تساعد في إقلال مناعة جسم الإنسان وغيره من المخلوقات وبالتالي زيادة الأمراض الأخرى خاصة الإلتهابات من الميكروبات الإنتهازية وكذلك تزيد من إصابة عيون أبناء البشر بالمياه البيضاء، تشوهات القرنية وأمراض العدسة والشبكية، ومعظم هذه الأوبئة والأمراض ثبتت زيادتها فوق استراليا حيث إنها تقع قريباً من ثقب الأوزون في انتاركتيكا.

كما أن لثقب الأوزون آثارا بيئية أخرى كالمساهمة في تغير المناخ عن طريق الاحتباس الحراري وتأثر بعض المحاصيل الزراعية وكذلك زيادة ارتفاع سطح البحر نتيجة لزيادة حرارة الأرض قد تسبب في غرق جزء من اليابسة وبالتالي فقدان مواطن ومصادر حياة لبعض الأحياء فوق هذا الكون.

ويمكن أن تتكون طبقة الأوزون في ارتفاع أقل من ٣٠ كم، ويتم ذلك عن طريق تفاعل المواد الكيميائية مثل: الهيدروكربون وأكسيد النتريك إلى جانب ضوء الشمس بنفس الطريقة التي يتحد بها الأكسجين مع الطاقة المنبعثة من الشمس، ويكون هذا النوع من التفاعل بما يسمى «بسحابة الضباب والدخان» حيث تأتي هذه المواد الكيميائية من عادم السيارات لذلك نحن نرى هذه السحابة بأعيننا فوق سماء المدن. وكلما تكونت طبقة الأوزون على ارتفاع عال كلما كان مفيداً. أما إذا تكونت على ارتفاعات منخفضة كلما كان ذلك خطيراً وضاراً بالإنسان والحيوان والنبات لأنها تسبب التسمم.

وبتعاون الجميع ووعيهم سنصل إلى أن البيئة ملك للجميع ونظافتها وحمايتها مسؤولية الجميع وآثارها للأسف ستؤثر على الجميع دون اختيار ودون استثناء فهلموا جميعاً نحمي بيئتنا فهى لنا جميعاً.





التقـويـم :

١ـ الغلاف الجوي مؤلف من عدة طبقات متتالية . عدِّدها مع ذكر مميزات كل طبقة.

٢ـ ما درجة الحرارة المتوقّعة في منجم عمقه ٣٠٠٠ متر، وكم يبلغ الضغط الجوي عند ذلك العمق، وإذا زيد عمق المنجم ٢٥٠٠م أخرى احسب الضغط والحرارة عند العمق الجديد؟

٣ـ عندما تبتعد باخرة في البحر، فإن آخر ما يرى منها هو مدخنتها أو ساريتها. كيف تفسر هذا الواقع؟

٤ـ احسب المساحة الخارجية لسطح الأرض واستنتج منها مساحة اليابسة ومساحة البحار (مساحة الكرة = ٤ π نق٢).

٥ـ هل لاحظ رواد القمر الفرق بين القطر الاستوائي والقطر القطبي للأرض؟ لماذا؟

٦ـ تبين من أبحاث أجريت في السنوات الأخيرة أن هناك فالقاً يشق قاع البحر الأحمر طولياً، وتتصاعد منه سوائل وغازات حارة تحت الماء. على ماذا تدل مثل هذه الظواهر؟

٧ـ ضع دائرة حول رقم الجواب الصحيح :

ـ لا تمر الموجات الثانوية من خلال نواة الأرض لأن :

أ) هذه الموجات تنعكس من سطح النواة.

ب) الجزء الخارجي من النواة له خواص السوائل.

جـ) هذه الموجات تتحول إلى موجات أولية.

٨ـ علل :

أ ـ الدور الكبير الذي تلعبه الرياح في خلط مكونات الهواء.

ب ـ لا تظهر الموجات الأولية في منطقة الظل الموجي.



٩) ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة فيما يلي :

أ ـ درجة الحرارة في منجم عمقة ٣٠٠٠ متر، هي :

أ – ٣٠ درجة مئوية
ب – ١٠٠ درجة مئوية
ج – ١٥٠ درجة مئوية
د – ٢٠٠ درجة مئوية

ب ـ الموجات التي تنتقل في الأجسام الصلبة والسائلة، هي :

أ – الثانوية
ب – السطحية
ج – الرادارية
د – الأولية

١٠ـ ارسم قطاعاً يوضح الأقسام الرئيسة لطبقات الأرض؟

١١ـ قارن بين طبقة السيال والسيما من حيث :

(التركيب – الكثافة – أماكن التواجد)

١٢ـ أكمل الجدول التالي :

	الكثافة	التركيب	السمك
القشرة الأرضية		سيليكات الألمنيوم	
الوشاح			٢٨٩٥ كلم
النواة	١٠ جرام/ سم ^{٣}		



مواقع الإنترنت :

/http://members.spree.com/sip/dgspage

جمعية الظهران للجيولوجيا.

الموضوع الرابع

المعـــادن

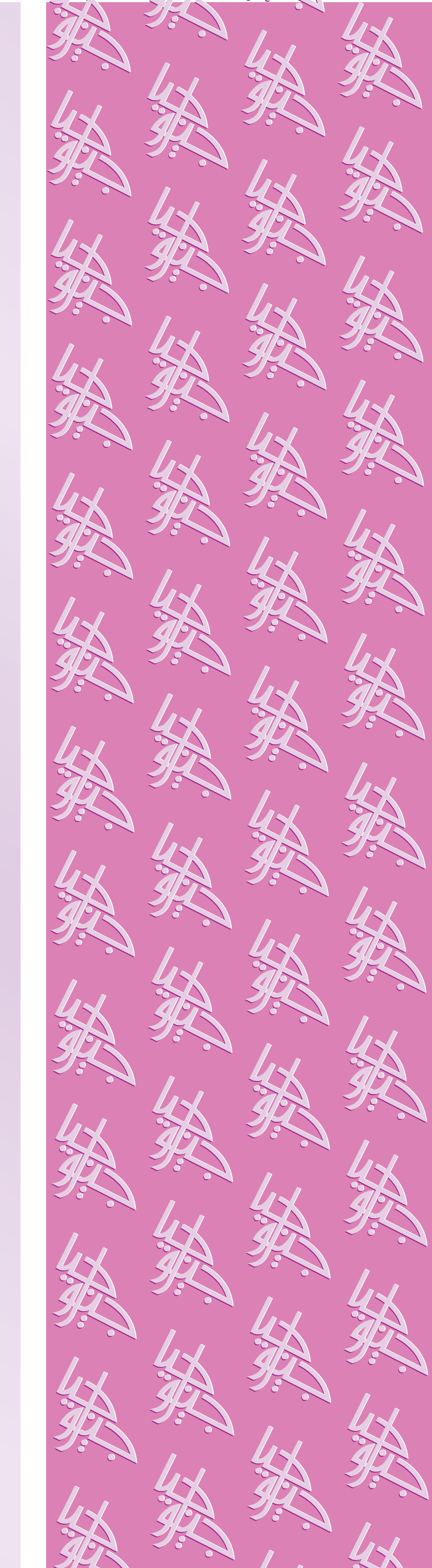




الأهداف الرئيسة لتدريس هذا الموضـوع :

أخي الطالب : من خلال دراستك لهذا الموضوع يتوقع منك أن تكون قادراً على :

١ـ تعريف المعدن.
٢ـ استنتاج المعيار الأساسي في تصنيف المعادن.
٣ـ تصنيف المعادن والتعرف على تركيبها الكيميائي.
٤ـ التعرف على بعض المعادن اعتماداً على الخواص الطبيعية لها.
٥ـ تصنيف عينات من المعادن إلى مجموعات مناسبة.
٦ـ بيان أهمية المعادن الاقتصادية في تنوع مصادر الدخل كرافد للاقتصاد الوطني.
٧ـ التعرف على أنواع وأماكن وجود المعادن في المملكة العربية السعودية .
٨ـ المقارنة بين المعادن الفلزية والمعادن اللافلزية.
٩ـ تعريف التعدين.
١٠ـ تحديد أهمية التعدين.
١١ـ المقارنة بين التعدين السطحي والتعدين تحت السطحي وبيان أنواعها.





المعـــادن



مواد قشرة الأرض

نستخلص مما سبق أنه لا حدود لفكر الإنسان وتطلعاته. فكأن قوة تحدوه لمعرفة كل ما يجهل. وقد سير مركبات تجوب الفضاء وراقب الأجسام الفلكية. وكالطبيب الفاحص ركز الأجهزة المختلفة على سطح الأرض ليفهم بواسطتها ما يجري في باطن الأرض.

إنما حاجات الإنسان المادية ترتبط أساساً بمواد قشرة الأرض التي يعيش عليها ويشتق منها أدواته ووسائل عيشه. لذلك خصص أكبر قسط من جهده لدرس مواد هذه القشرة. فحفر فيها آلاف الآبار العميقة، وحلّل مئات الآلاف من موادها، فاتضح له أن القشرة تتألف من صخور هي مزيج من المعادن التي تتألف بدورها من عنصر أو عدد من العناصر الكيميائية.

ونلاحظ أن معظم الأشياء التي من حولنا، أو بين أيدينا أصلها من صخور الأرض ومعادنها. فحجارة البناء ـ مثلاً ـ هي قطع صغيرة أخذت من الصخور، والإسمنت مادة صنعت من الصخور الجيرية والطينية والجبس، وكذلك الزجاج والخزف الصيني والفخار والملح والفلزات، كالحديد والنحاس، كلها مواد اشتقت من المعادن والصخور. والأصح علمياً أن نقول: إن هذه المواد هي معادن في الأصل، لأن الصخور مؤلفة من معدن واحد أو أكثر. والمعادن بدورها مكوّنة من عناصر كيميائية معروفة، حيث تشكل المعادن الوحدة البنائية الأساسية للصخور.



المعـــادن Minerals :

المعدن : هو عنصر أو مركب كيميائي غير عضوي موجود في الأرض بصورة طبيعية وفي حالة صلبة، له تركيب كيميائي محدد وشكل بلوري ثابت. وقد استثنينا المواد العضوية من هذا التعريف لأنها



لا تشتق مباشرة من قشرة الأرض، وإنما مصدرها النبات والحيوان، ولا يطلق على الزئبق صفة المعدن إذ أنه في حالة سائلة، وكذلك لا يوصف الزجاج الطبيعي بأنه معدن لأنه غير متبلور وكذلك لا يعتبر اللؤلؤ معدناً جيولوجياً لأنه مادة عضوية، ومن الأمثلة الطريفة التي تتيح لنا التعرف على معنى كلمة معدن هو الماء. فالماء في حالته السائلة ليس معدناً جيولوجياً ولكن الجليد يعتبر معدناً جيولوجياً إذ ينطبق عليه التعريف السابق تماماً فهو مادة غير عضوية متبلورة ذات تركيب محدد توجد في الطبيعة وليست من صنع الإنسان، وليس مصدرها النبات والحيوان. ومعظم المعادن تتكوّن من اتحاد عنصرين كيميائيين أو أكثر بنسب مختلفة. فالبيرايت (Pyrite) مثلاً ، مكوّن من اتحاد عنصري الحديد والكبريت (FeS_2)، والملح الصخري ، مكوّن من عنصري الصوديوم والكلور (NaCl) ، والكلسايت (Calcite)، مكوّن من الكالسيوم والكربون والأكسجين ($CaCO_3$). إلاّ أن المعدن، في بعض الحالات النادرة يتكون من عنصر واحد فقط، كالذهب والكبريت مثلاً.

ويمتاز كل صنف من المعادن بخواص طبيعية مميّزة، بالإضافة إلى تركيبه الكيميائي الخاص. وقبل أن ندرس الخواص الطبيعية للمعادن لا بد من استعراض الأصناف الرئيسة لهذه المعادن، مع ذكر الشائعة منها.



للإطـلاع :

الكوارتز والزجاج يتركبان من عنصري الاكسجين والسيلكون، في معدن الكوارتز تترتب ذرات السيلكون والاكسجين ترتيباً منتظماً في ثلاثة أبعاد بغض النظر عن حجم بلورات المعدن والمكان الذي تكون فيه؛ لذلك فالكوارتز مادة صلبة متبلورة وبالتالي فهو معدن . على العكس من ذلك فذرات السيلكون والاكسجين في الزجاج تكون غير مرتبة بانتظام بل مرتبة عشوائياً، ومن ثم يفتقد الزجاج التركيب الذري المنتظم، وبالتالي فهو غير متبلور لذلك لايعتبر الزجاج معدناً.



تصنيف المعــادن :

في الطبيعة أكثر من ثلاثة آلاف صنف من المعادن، ولكن الأصناف الأكثر انتشاراً في الأرض محددة العدد. فهناك عشرة أنواع تؤلف وحدها أكثر من ٩٩٪ من مواد القشرة الأرضية. أما القسم الباقي من المعادن فهو نادر ومبعثر في القشرة. وبغية تسهيل دراستها صُنِّفت المعادن إلى ثماني مجاميع على أساس تركيبها الكيميائي إلى المجموعات التالية :

١) مجموعة المعادن العنصرية : هي المعادن التي توجد كعناصر حرة غير متحدة مع أي عنصر آخر في الطبيعة، وهي مؤلفة من عنصر كيميائي واحد وهذه الفئة نادرة برغم أهمية بعضها، نذكر على سبيل المثال : الذهب **Au**، والكبريت **S**، والفضة **Ag**، والنحاس **Cu**، والكربون **C**، الذي يوجد على صورتين، هما معدني الألماس والجرافيت. الأشكال (٤-١ ، ٤-٢ ، ٤-٣ ، ٤-٤ ، ٤-٥) .



شكل (٤-١) عينة من الألماس



شكل (٤-٢) الفضة



شكل (٤-٣) كبريت





شكل (٤-٤) ذهب خام





شكل (٤-٥) عينتان لخام النحاس

٢) مجموعة معادن الكبريتيدات (Sulfides) : هي المعادن التى يتحد فيها عنصر الكبريت مع عناصر أخرى، وهذه المجموعة متعددة الأشكال، نذكر منها : البيرايت (Pyrite FeS_2)، والجالينا (Galena PbS) شكل (٤-٦) وكذلك الكالكوبيرايت(Chalcopyrite $CuFeS_2$) بلونه الذهبي شكل (٤-٧).



شكل (٤-٦) معدن الجالينا



شكل (٤-٧) معدن الكالكوبيرايت مع الكلسايت



٣) مجموعة معادن الهاليدات (Halides) : هي المعادن التى تتحد عناصرها مع كل من الكلور أو الفلور أو البروم أو اليود، ومن أشهرها الملح الصخري (NaCl)، والفلورايت (Fluorite, CaF_2) شكل (٤-٨).





شكل (٤-٨) عينتان لمعدن الفلورايت

٤) مجموعة معادن الأكاسيد والهيدروكسيدات : الأكاسيد هي المعادن الناتجة عن اتحاد الأكسجين بالعناصر الأخرى، ومن هذه المعادن الهيماتايت (Fe_2O_3) (Hematite) شكل (٤-٩) والكورونودوم (Corundum, AL_2O_3) والماجنيتايت (Magnetite, Fe_3O_4) ، والكرومايت (Chromite, $FeCr_2O_4$).

أما الهيدروكسيدات فإنها تتألف من معادن متحدة مع الجذر (OH)، مثل:

المانجنايت (Manganite, MnO (OH)) شكل(٤-١٠) والجبسايت (Gibbsite, $AL(OH_3)$).



شكل (٤-٩) معدن الهيماتايت



شكل (٤-١٠) معدن المانجنايت



٥) مجموعة معادن الكربونات (Carbonates) : هي المعادن التى تتحد عناصرها مع شق الكربونات CO_3 وأهمها الكلسايت ($CaCO_3$)، والدولومايت، Dolomite, $CaMg(CO_3)_2$ ، والملاكايت $Cu_2CO_3(OH)_2$. الأشكال (٤-١١ ، ٤-١٢ ، ٤-١٣) .



شكل (٤-١١) معدن الكلسايت



شكل (٤-١٢) معدن الملاكايت





شكل (٤-١٣) معدن الدولومايت

٦) مجموعة معادن الفوسفات (Phosphates) : هي المعادن التى تتحد عناصرها مع شق الفوسفات (PO_4^{3-}) وأهم هذه المعادن الأباتايت $Ca_5(Po_4)F_3$، شكل (٤-١٤) .





شكل (٤-١٤)عينتان لمعدن الاباتايت



٧) مجموعة معادن الكبريتات (Sulphates) : هي المعادن التى تتحد عناصرها مع شق الكبريتات SO_4 ومن أهمها الجبس (Gypsum, $CaSO_4$ $2H_2O$) شكل (٤-١٦)، الانهيدرايت (Anhydrite, $CaSO_4$) والبارايت (Barite, $BaSO_4$) شكل (٤-١٥) .

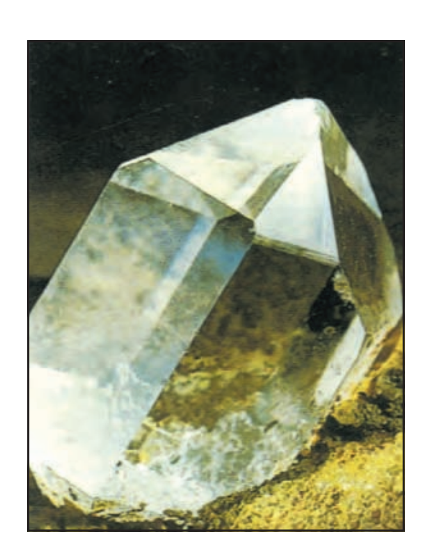


شكل (٤-١٥) عينة لمعدن البارايت



شكل (٤-١٦) عينة لمعدن الجبس

٨) مجموعة معادن السيليكات (Silicates) : تكوِّن معادن هذه الفئة أكثر من ٩٩٪ من وزن قشرة الأرض ووشاحها. والسيليكات أكثر هذه المجموعات تنوعاً وتعقيداً في التركيب. وتتألف معادنها من فلز واحد على الأقل، بالإضافة إلى السيليكون والأكسجين. وأكثر أنواعها انتشاراً هي مجموعة الفلسبار (Feldspars)، التي تضم الأورثوكليز (Orthoclase, $KAlSi_3O_8$) والألبايت (Albite, $NaAlSi_3O_8$) ومعادن أخرى عديدة، ومجموعة الميكا (Mica) التي تتضمن البيوتايت (Biotite) والمسكوفايت(Muscovite) شكل (٤-١٨). وكذلك معدن الكوارتز(Quartz, SiO_2) شكل (٤-١٧) ، (٤-١٩).



شكل (٤-١٧)بلورة الكوارتز





شكل (٤-١٨) معدن المسكوفايت



شكل (٤-١٩) معدن الكوارتز
(ويلاحظ شكل البلورات المتطاولة)



الخواص الطبيعية للمعادن

بما أن المعادن مركبات كيميائية لها نظام بلوري خاص، فإن الخواص الطبيعية للمعدن الواحد ثابتة ويمكن استخدامها في الكثير من الأحيان للكشف عن المعدن، ويمكن إيجاز الخواص الطبيعية للمعادن على النحو الآتي :

أولاً: الخواص البصرية :

١) **اللون** : تم تقسيم اللون على أساس ثباته في المعدن إلى :

أ) معادن ثابتة اللون مثل الكبريت لونه أصفر، والكلسايت مثلاً أبيض اللون عادة، والهيماتايت ذو لون أحمر، أما الملاكايت فأخضر اللون.

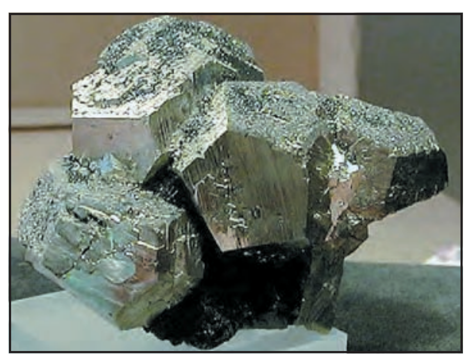
ب) معادن متغيرة اللون مثل الكوارتز يظهر بألوان متعددة بسبب ما يحويه من شوائب، فالكوارتز منه الشفاف والوردي والبنفسجي والأبيض، ويراعى عند فحص المعدن أن يكون سطحه حديث القطع كي يتضح اللون الأصلي.



٢) اللمعان أو البريق (Luster) : هو مظهر سطح المعدن في الضوء المنعكس، ويعتمد على كمية الضوء المنعكسة على السطح. يكون لمعان المعادن على نوعين رئيسيين:

أ) اللمعان الفلزي (Metallic) ويشبه لمعان الفلزات المصقولة، ومثال على ذلك البيرايت شكل (٤-٢٠) والجالينا.

ب) اللمعان غير الفلزي كلمعان الكوارتز والكلسايت والملاكايت.



شكل (٤-٢٠) عينة لمعدن البيرايت

٣) الأثر (المخدش) (Streak) : يقصد بأثر المعدن لون مسحوقه الناعم الذي يلتصق بقطعة خزف بيضاء لدى حك المعدن، عليها وليس بالضرورة أن يكون لون المعدن مثل لون أثره فمعدن البيرايت لونه أصفر ذهبي بينما أثره أسود.

ثانياً : الخواص التماسكية :

١) المكسر (Fracture) : شكل السطح الناتج عند كسر عينة من المعدن. ويكون الكسر إما مستقيماً أو متعرجاً.

٢) الانفصام (Cleavage) : ويجب التمييز بين صفة المكسر وصفة الانفصام، حيث إن الانفصام هو قابلية المعدن على الانكسار في اتجاهات معينة عند طرقها طرقا خفيفاً، وينتج عن ذلك تكون أسطح مستوية ومتوازية وله علاقة وثيقة بالتركيب البلوري للمعدن.

٣) الصلادة (Hardness) : هي مقدار مقاومة المعدن للخدش

سلم صلادة المعادن	
الـدرجـة	المعـدن
١	التلك
٢	الجبس
٣	الكلسايت
٤	الفلورايت
٥	الأباتايت
٦	الفلسبار
٧	الكوارتز
٨	التوباز
٩	الكورندوم
١٠	الألماس

جدول (٤-١) سلم صلادة المعادن





أو التآكل، ويندر أن يتشابه معدنان في صلادتهما ويعبَّر عنها بسلّم يتدرج من (١) إلى (١٠). (جدول١-٤) فمعدن التلك صلادته (١)، وهو أطرى المعادن، أما الألماس فصلادته (١٠) في السلم، هو أقسى المعادن. وتقاس الصلادة بخدش معدن بمعدن آخر. وللمقارنة العملية نذكر أن صلادة ظفر الإنسان هي ٢ تقريباً، وصلادة سكين من الفولاذ هي (٥) وصلادة الزجاج (٥,٥) وصلادة مبرد حديد هي (٦).

ثـالثاً : الـوزن النوعـي :

هو نسبة وزن المعدن إلى وزن حجم مساو له من الماء. ويمكن التعرف على الوزن النوعي التقريبي للمعادن عن طريق حمل عينة باليد؛ حيث يساعدنا على تمييز المعادن الثقيلة من المعادن الخفيفة.

رابعـاً : صفات خاصة لبعض المعادن :



شكل (٤-٢١) معدن الكلسايت

أ) **الشفافية Transparency** وهي إنفاذ المعدن للضوء مثل الكلسايت الشفاف شكل(٤-٢١).

ب) **الاستشعاع** تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية، تتسم بعض المعادن بلون خاص مثل الكلسايت وتسمى بخاصية التضوء **Luminescence**

ج) **قابلية التأثر بالمغناطيس Magnetism** مثل الماجنيتايت Magnetite.

د) **قابلية توليد الكهرباء تحت تأثير الضغط أو الحرارة Pyroelectricity,Piezoelectricity** مثل بعض أنوع الكوارتز والتورمالين.

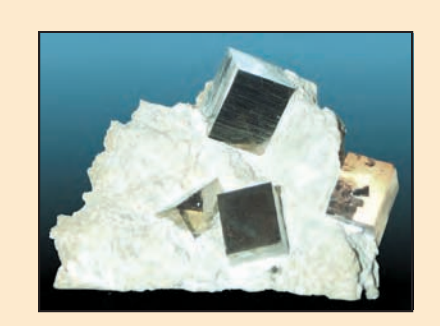
هـ) **النشاط الاشعاعي** ويمكن الكشف عنه بواسطة عداد جايجر مثل معدن المونازايت.

و) **خواص حسية** كالملس والرائحة والمذاق فمعدن التلك صابوني الملمس ومعدن البيرايت له رائحة كبريتية إذا سخن شكل (٤-٢٠) والملح الصخري طعمه مالح.



للإطلاع :

الخواص البلورية للمعادن : لقد هيّأ الله لها ظروفاً محيطة جعلتها تنمو بحرية ودون عوائق فبدت في أشكال جميلة تعرف باسم (البلورات) والكثير منا يعتقد أن الأشكال الهندسية البديعة لبعض المواد كالزجاج مثلا هي بلورات، ولكن كلمة بلورة من الناحية العلمية لاتعني المظهر الخارجي المنظم فقط، ولكن تعني هذه الكلمة (الترتيب المنظم للذرات أو الأيونات داخل المادة) وعلى الرغم من أن بعض البلورات يكون لها أشكال خارجية غير منتظمة إلا أنها تتميز بترتيب ذري منتظم، والمواد نوعان : مادة متبلورة ومادة غير متبلورة، وتعرف المادة المتبلورة على أنها (كل مادة صلبة ذات بناء ذري داخلي منتظم) وإذا كانت المادة المتبلورة ذات أوجه مرتبة في نظام هندسي ويمكن رؤية هذة الأوجه بالعين المجردة أو بالعدسة المكبرة فإنها تسمى (بلورة) crystal .





على ذلك فالبلورة، هي : جسم صلب متجانس تحده أسطح مستوية تكونت بفعل عوامل طبيعية تحت ظروف مناسبة من الضغط والحرارة ومرتبة في نظام معين وتعرف الأسطح المستوية التى تحد البلورة من الخارج بالأوجه البلورية crystal faces، وإذا وجدت الأوجه البلورية كلها أو بعضها فإنها تساعد كثيراً في التعرف على المعادن حيث إنها تعكس الترتيب الذري الداخلي المنتظم الخاص بالمعدن. وتحدد الشكل الخارجي للبلورة، ومن ثم تساعد في التعرف على المعدن وفي حالة اختفاء الأوجه البلورية يصعب التعرف على المادة المتبلورة إلا باستخدام الأشعة السينية (X-ray).

مما سبق نستنتج أن كل معدن من المعادن المعروفة يتحدد بشكل بلوري مميز يعتمد على البناء الذري الداخلي.

وتوجد سبعة أنظمة بلورية رئيسة تتفرع منها أشكال بلورية ثانوية متعددة. والأنظمة البلورية الرئيسة هي :

١ـ النظام المكعب. ٢ـ النظام السداسي. ٣ـ النظام الثلاثي. ٤ـ النظام الرباعي.

٥ـ النظام المعيني. ٦ـ النظام أحادي الميل. ٧ـ النظام ثلاثي الميل.





تطبيقات ميدانية على علم المعادن

دراسة المعادن في المملكة العربية السعودية :

يعود تاريخ التعدين في شبه الجزيرة العربية إلى آلاف السنين حيث اكتشفت خامات بعض المعادن الهامة مثل الفضة والحديد والنحاس منذ القدم، ولاتزال آثار الحفريات القديمة في كثير من الأماكن في الحجاز وعسير شاهداً على ذلك؛ حيث شجعت حكومة المملكة العربية السعودية الاستثمار والتنمية في مجالات مختلفة ومنها التعدين إيماناً منها بإرساء التوازن الاقتصادي وتنويع مصادر الدخل الوطني الذي يعتمد في الأساس على النفط وليس من شك في أن أهم الثروات الطبيعية في المملكة العربية السعودية على الإطلاق هو النفط ويليه في الأهمية الإمكانات المعدنية التى توفرها منطقة الدرع العربي في غرب الجزيرة العربية؛ حيث دلت الدراسات والأبحاث على وجود مؤشرات اقتصادية للعديد من المعادن، وأهمها : الذهب، الفضة، الحديد، النحاس، الزنك، الفوسفات، البوكسايت، المغنزايت، رمال السليكا، الكبريت، الرصاص، أحجار البناء.



شكل (٤-٢٢) مدخل لمنجم الأمار



المعـادن الفـلـزية :

تنتشر في مناطق الدرع العربي (الجزء الغربي من المملكة) والغطاء الرسوبي بالمملكة العربية السعودية عدة معادن فلزية ذات أهمية اقتصادية كبيرة، منها :

١ ـ الذهـب :

يتواجد الذهب في مناطق متعددة أهمها منطقة الدرع العربي، وفي معظم هذة الأماكن يوجد الذهب في عروق المرو المنتشرة في الصخور البركانية، مثل : منجم مهد الذهب والأمار. وفي بعض المناطق على شكل رواسب الكبريتيد المؤكسدة على هيئة حبيبات منتشرة كما في منجم الحجار.

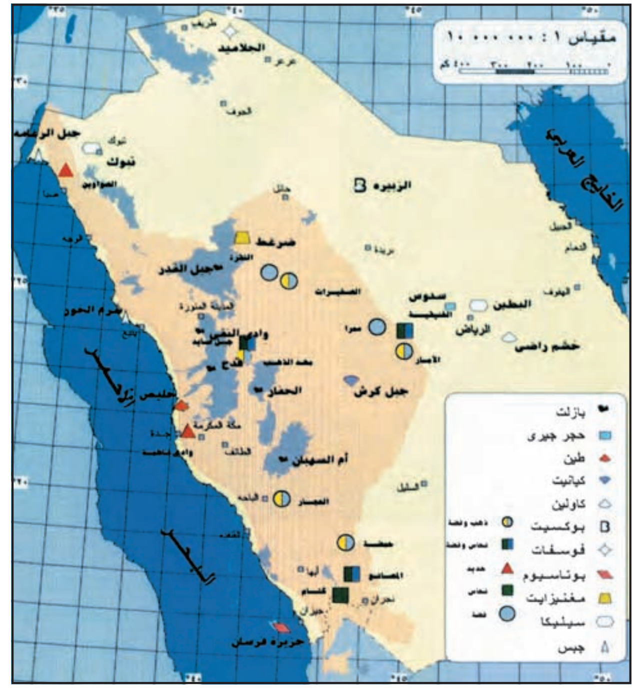
ويوجد الذهب في صخور نارية حيث ينتشر في عروق المرو مصحوباً بمعدن البايرايت مثل منجم الصخيبرات.

٢ ـ الفضـة :

تعد الفضة من أهم المعادن بعد الذهب، وتتواجد في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي من الدرع العربي، كما في مناجم سمرا والنقرة بالاضافة إلى أن الفضة مصاحبة للذهب في كثير من المواقع مثل مهد الذهب.



شكل (٤-٢٣) خنادق تعدينية قديمة بمنجم مهد الذهب



شكل (٤-٢٤) خريطة تبين مناطق المعادن في المملكة



٣ ـ النحاس والزنك :

يعد النحاس والزنك من أهم المعادن الأساسية المتواجدة في المملكة العربية السعودية، ومن أهم المواقع جبل صايد حيث يوجد النحاس مع رواسب الكبريتيدات في الصخور النارية وفي منطقة المصانع.

٤ ـ الحديد :

أكتشف خام الحديد بكميات كبيرة في وادي فاطمة قرب مكة المكرمة وعلى ساحل البحر، ويعد حديد وادي الصواوين من أهم مواقع الحديد بالمملكة ذات القيمة الاقتصادية العالية.



شكل (٤-٢٥) جبل صايد

المعــادن اللافلـزية :

هي المركبات المعدنية التى لها أهمية صناعية وتجارية وتوجد على شكل مركبات كيميائية، ويوجد العديد من المعادن اللافلزية الهامة بالمملكة العربية السعودية وتوصف هذه المعادن غالباً بالمعادن الصناعية لكونها تشكل الأساس للعديد من الصناعات وخاصة الصناعات الكيميائية، ويمكن استغلال العديد من هذه المعادن الصناعية للتصدير والتى ستكون نواة لصناعات رئيسية جديدة في المستقبل ومن أهمها :

١ ـ الفوسفات :

تضم أراضي المملكة رواسب الفوسفات حيث توجد هذه الرواسب على شكل حزام باتجاه الشمال الغربي، ويمتد عبر كامل القطاع الشمالي من المملكة، ومن أهم المواقع حزم الجلاميد وثنيات طريف.

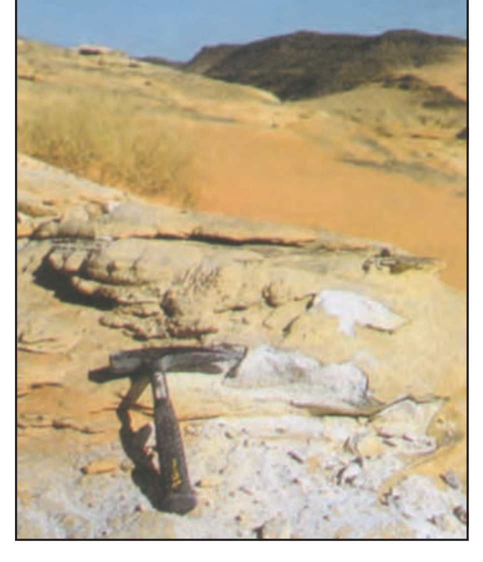


٢ ـ الحجر الجيري (الكلسايت) ($CaCO_3$) :

يوجد في معظم أرجاء المملكة العربية السعودية وخاصة المنطقتين الوسطى والشرقية، حيث يستخدم في الواجهات الخارجية للمباني وفي صناعة الإسمنت حيث يشكل ٧٥٪ من المادة الخام للإسمنت وفي صناعة الكلس الصناعي.

وأهم مواقع الحجر الجيري بالمملكة :

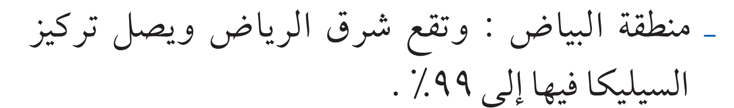
- أم الغربان : وهي على بعد (٥٠) كم شرق مدينة الخرج ويقدر الإحتياطي بـ (٣٩١) مليون طن .
- سدوس : تقع شمال غرب مدينة الرياض حيث يقدر الاحتياطي بـ (١٠) مليون طن .
- وادي حنيفة : يقع على بعد (١٠) كم شمال غرب مدينة الرياض حيث تصل نسبة كربونات الكالسيوم ٩٩,٤٦٪.



شكل (٤-٢٦) رواسب الرمل الأبيض

٣ ـ الرمل الزجاجي :

أن المادة الأساسية في صناعة الزجاج هي السيليكا (الكوارتز SiO_2) حيث يفترض في الرمال المستعملة لصناعة الزجاج أن تحتوي على نسبة عالية من الكوارتز مما يجعل لون الرمل يميل إلى اللون الأبيض وتم تحديد أكثر من ٢٥٠ موقعاً تحتوي على خامات الرمل الزجاجي والأحجار الرملية الملائمة لصناعة الزجاج، ومنها :



- منطقة البياض : وتقع شرق الرياض ويصل تركيز السيليكا فيها إلى ٩٩٪ .
- مناطق أخرى : ومنها منطقة الوسيع - الجوف - الجبيل - تبوك.

٤ ـ الجبس :

إن خامي الجبس ($CaSO_4\ 2H_2O$) والأنهيدرايت ($CaSO_4$) متلازمان في كثير من الأملاح المتبخرة التي غالباً ما تترسب في البحار المغلقة كبحر قزوين .



وقد اكتشف الجبس والأنهيدرايت في عدة مناطق بالمملكة العربية السعودية منها منطقة بقرب جبل ديلان، وكذلك في دحل الهيت وفي أماكن أخرى.

ومن الملاحظ أنه في الأماكن التى يوجد فيها الجبس والأنهيدرايت يوجد الكبريت كذلك، فهو نتاج اختزال الجبس والأنهيدرايت لذلك فإن مناطق الجبس والأنهيدرايت هي في الوقت ذاته أهداف للبحث عن خام الكبريت.

٥ ـ الكاولين :

مادة صخرية دقيقة الحبيبات، بيضاء اللون غالباً، ويتدرج إلى اللون الرمادي ثم الأصفر ويحتوي الكاولين بشكل رئيس على مجموعة من المعادن الطينية المكونة من سيليكات الألومنيوم المائية ويمكن إطلاق مسمى كاولين على معدن الكاولينيت النقي الأبيض، ويستخدم الكاولين في صناعات عديدة، منها :

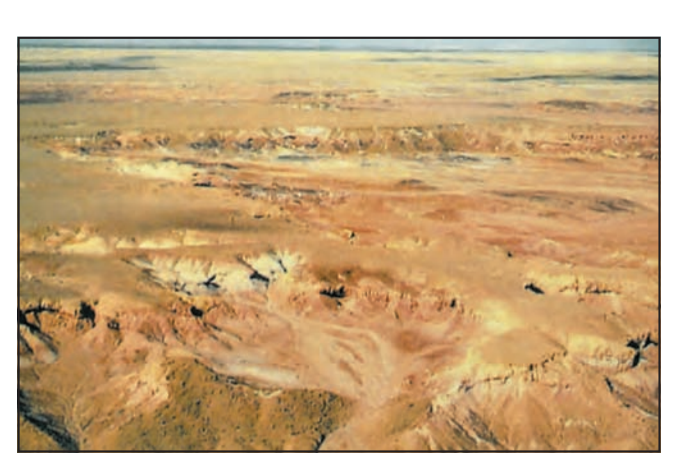
الورق، البلاستيك، الخزف، المطاط، مواد الطلاء والدهانات.

تم اكتشاف أكثر من (٤٠) موقعاً تحتوى على خام الكاولين، ومنها :

- الزبيرة : شمال شرق المملكة.
- خشم رضي : شرق مدينة الخرج.

٦ ـ البوكسايت :

يمثل البوكسايت الخام الرئيس للألومنيوم، ويعتبر راسب بوكسايت الزبيرة الواقع في شمال المملكة أحد المشاريع الرئيسة حيث يمتد الراسب على مسافة (١٠٠) كيلو متر ويقدر الأحتياطي الأولى بـ (١٠٠)مليون طن، وكذلك تم اكتشاف البوكسايت في مناطق طويق والبويب. شكل (٤-٢٧).



شكل (٤-٢٧) البوكسايت شمال شرق المملكة (الزبيرة)



٧ – الملح الصخري :

يوجد الملح الصخري في الطبقات الجوفية على شكل قبب ثاقبة، وذلك في الطبقات القديمة جنوب شرق الجزيرة العربية. كما أن كميات كبيرة من الملح الصخري توجد في الطبقات الحديثة في منطقة جازان – فرسان جنوب شرق البحر الأحمر حيث تزود إحدى القبب الثاقبة البارزة في منطقة جازان صناعة الملح المحلية بكميات تكفي للعديد من السنين.

و توجد ممالح في بلدة القصب شمال غرب الرياض تغذي منطقة الرياض وما حولها بالملح النقي المتبلور، كما توجد بعض الممالح والطبقات الملحية في منطقة القصيم.



التعدين والمناجم :

تتميز الثروات الطبيعية في المملكة العربية السعودية بتعددها، وذلك بالنظر إلى تنوعها والانتشار الواسع لمواقعها في أرجاء البلاد، ويمكننا تعريف التعدين **بأنه استخراج الخامات المعدنية ذات الجدوى الاقتصادية بالطرق التعدينية المختلفة ونقلها إلى وحدات المعالجة والتركيز واستغلالها**. وقد أنشات المملكة العديد من المناجم التي وصلت مرحلة الإنتاج الفعلي التجاري فضلاً عن وجود عدد من المشاريع التى من المتوقع أن تبدأ الإنتاج التجاري في المستقبل القريب حيث بدأ في تطوير هذه المناجم وتجهيزها للاستغلال ببناء التجهيزات الأساسية وتهيئتها بشق الأنفاق ومد الطرق وبناء وحدات المعالجة والتركيز.

و هناك طريقتان رئيستان لاستخراج الخامات المعدنية من باطن الأرض :

أولاً– التعدين السطحي :

يتميز التعدين السطحي (Surface Mining) بسهولة إستخراج الخامات وانخفاض التكاليف والمرونة في التحكم بالإنتاج .ويستخدم هذا النوع من التعدين لاستخراج الخامات الموجودة بالقرب من سطح الأرض، ويمكن تقسيم التعدين السطحي إلى الانواع الآتية :



أ ـ الحفر المكشوفة (Open Pit) :

يتم إزالة طبقة الغطاء ـ الصخور التى تغطي الخام ـ حتى يمكن الوصول إلى الخام، ويتم ذلك بعمل المستويات السطحية المتدرجة، ومن ثم استغلال الخام باستخدام معدات التعدين السطحية. وتعد خامات الحديد وبعض خامات النحاس والذهب ومعظم خامات المعادن الصناعية مثل الفوسفات والبوكسايت من الخامات التي يمكن أن تستخدم فيها هذه الطريقة.



شكل (٤-٢٨) منجم الصخيبرات

ب ـ المحاجر (Quarry) :

وهي إحدى طرق التعدين السطحي التي يتم فيها استغلال الخام مباشرة أو بإزالة طبقة الغطاء ثم استغلال الخام، ومن أمثلة الخامات التي تستخدم فيها هذه الطريقة خامات أحجار الزينة مثل الرخام والجرانيت والحجر الجيري حيث يتم قطعها، وصقلها، وتجهيزها للتسويق .

ج ـ التعدين بالجرف (Placer Mining) :

وهي إحدى الطرق المستخدمة لتعدين رواسب الخامات الطينية المحتوية على المعادن النفيسة المتواجدة تحت سطح مياه الأنهار والجداول.

ثانياً – التعدين تحت السطحي :(Underground Mining)

يستخدم التعدين تحت السطحي لاستخراج الخامات المتواجدة في الأعماق، وهو مناسب للخامات المعدنية ذات التركيز المعدني المرتفع، ويعد التعدين تحت السطحي مرتفع التكاليف، كما أن كمية الإنتاج تكون منخفضة؛ حيث يتم فيها شق الأنفاق وحفر الآبار للوصول إلى الرواسب المعدنية وإجراء أعمال الصيانة المستمرة داخل المناجم ونقل الخام إلى خارج المنجم وضخ المياه الجوفية وإنشاء محطات الإنارة والتهوية.



ويعد منجم مهد الذهب الذي يقع شمال شرق جدة مثالاً للمناجم تحت السطحية المستغلة في المملكة العربية السعودية.



شكل (٤-٢٩) منجم مهد الذهب



نشاط عملي :

كيف تتعرف على المعادن من خلال دراستك للموضوع السابق

المعادن تختلف بأشكالها وأنواعها وألوانها المختلفة من مكان إلى آخر وتحتاج للتعرف عليها معرفة خواصها الفيزيائية : مثل الصلادة - المكسر - الانفصام - اللون ..... إلخ.

احتياجات النشاط العملي :

١ـ عينات مختلفة من المعادن، مثل : الكوارتز -الكلسايت - الجبس - البيرايت - الملح الصخري ..
٢ـ مقياس الصلادة مع ألواح المخدش (قطع خزف بيضاء).
٣ـ مغناطيس.
٤ـ مسامير مختلفة الأشكال - عملات معدنية - قطع من الصلب.
٥ـ أحماض مخففة (حمض الهيدروكلوريك).
٦ـ عداد جيجر (إن توفر الحصول عليه).



خطوات النشاط :

١- في البداية تفحص العينة التي أمامك جيداً وقلبها بين يديك وسجل خواصها الفيزيائية في الجدول الآتي.

٢- تفحص العينة مرة أخرى وابحث عن خواص أو مميزات أخرى، مثل : الطعم - الرائحة - المغناطيسية - الشفافية.

٣- من خلال دراستك حدد اسم المعدن الذي بين يديك.

٤- اكتب ملاحظاتك في الجدول :

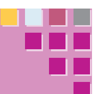
رقم العينة	اللون	الأثر	المعادن	المكسر	الصلادة	الوزن النوعي (خفيف . متوسط . ثقيل)	التركيب	اسم المعدن
١								
٢								
٣								
٤								
٥								
٦								
٧								
٨								
٩								
١٠								



ملاحظات :

قد لا يتوافر مقياس الصلادة ، يمكنك حينها استخدام قطع الزجاج أو قطع الصلب، أو المسامير والدبابيس والقطع المعدنية كمقاييس بديلة، كما يجب أن تحذر عند تذوق بعض العينات الفاتحة ولا تتذوق مطلقا العينات الداكنة اللون.

مثال للتوضيح : لو أخذت عينة من معدن البيرايت (Pyrite) فسوف تتحقق من أن لونها أصفر ذهبي، ولمعانها فلزي، وأثرها أسود، وكثافتها ٥، وقساوتها ٥ , ٦ ومكسرها متعرج، وتظهر بشكل مكعبات منفصلة أو متداخلة، وبالتالي فإن شكلها البلوري ينتمي إلى النظام المكعب، ويذوب مسحوقها في حامض النتريك (HNO_3)، وتركيبها الكيميائي هو (FeS_2).



جـداول للإطلاع

الموقـع	المـوقـع الجغـرافـي	الاحتيـاطـي
مهد الذهب	٣٨٠ كم شمال شرق مدينة جدة.	١ , ٢ مليون طن بدرجة تركيز ٣٠جم ذهب/ طن.
الأمـار	٢٠٠كم جنوب غرب مدينة الرياض.	٣ , ٥ مليون طن بدرجة تركيز ٧جم ذهب/ طن.
الحجـار	٦٠كم غرب مدينة بيشه بمنطقة عسير.	٥ مليون طن بدرجة تركيز ٢ , ٥٣ جم ذهب/ طن. ويتواجد الخام في الجزء العلوي المتأكسد.
الصخيبرات	٢٥٠ كم شمال شرق المدينة المنورة.	٨ مليون طن بدرجة تركيز ٢ , ٥ جم ذهب/ طن.

جدول (٤-٢) أهم مواقع واحتياطي الذهب بالمملكة العربية السعودية .



الموقـع	الموقـع الجغـرافـي	الاحتيـاطي
النقرة	٢٢٠كم شمال شرق المدينة المنورة.	مليون طن بدرجة تركيز تتراوح بين ٣٣٢ - ٤٦٦ جم. فضة / طن.
سمرا	١٥ كم جنوب غرب مدينة الدوادمي.	٢٧٨ ألف طن بدرجة تركيز ٦٥١جم فضة / طن.
مهد الذهب	٣٨٠ كم شمال شرق مدينة جدة.	١,١ مليون بدرجة تركيز ١٦٧ جم فضة / طن.

جدول رقم (٤-٣) أهم مواقع واحتياطي الفضة بالمملكة العربية السعودية

الموقـع	الموقـع الجغـرافـي	الاحتيـاطي
جبل صايد	٤٥كم شمال منجم الذهب و٤٠٠كم شمال مدينة جدة.	٢٠ مليون طن بدرجة تركيز ٢,٨١ ٪ نحاس.
المصانع	٧٥كم شمال مدينة نجران.	٦,٣٨ مليون طن بدرجة تركيز ١,٥٦ ٪ نحاس و٥,٣٪ زنك.
كتام	٦٠ كم غرب مدينة نجران.	٤ مليون طن بتركيز ١,٥٦ ٪نحاس.
الخنيقية	١٨٠ كم جنوب غرب مدينة الرياض.	١,٨٥١ مليون طن بتركيز ٠,٨٩٪ نحاس و ١٥,٢٦ ٪ زنك.

جدول رقم (٤-٤) أهم مواقع واحتياطي النحاس والزنك بالمملكة العربية السعودية

الموقـع	الموقـع الجغـرافـي	الاحتيـاطي
الصواوين	١٠٠كم جنوب غرب مدينة تبوك.	٨٤ مليون طن بدرجة تركيز ٤٢,٥٪ حديد / طن.
وادي فاطمة	٤٠كم شرق مدينة جدة في منتصف المسافة بين مكة وجدة.	٨,٤٨ مليون طن بنسبة تركيز ٤٦,٢٪ حديد

جدول رقم (٤-٥) أهم مواقع واحتياطي الحديد بالمملكة العربية السعودية



تمعن في صنع الخالق سبحانه وتعالى :

تمعن في أشكال وألوان المعادن المختلفة التي أمامك والتي سوف تجد بها جميع الألوان التي شاهدتها في حياتك، ولتعلم أن هذه المعادن جزء يسير من أكثر من ٣٠٠٠ معدن موجودة على سطح الأرض والتي تم اكتشافها إلى الآن ... فسبحان الله مبدع كل شيء.



أشكـال للإطلاع :

أرجيرودايت

أوتافيت

باراجار

بيرومورفايت

بيريل أحمر

بيوتايت

تيتانيت مع البارايت

الكلورايت

خام الألماس

دولومايت

سباينل مع كلسايت

سفليرايت



كبريت

كورندوم

ماس

مسكوفيت

مونوزايت

هماتيت

أندورايت

ايريثرايت

بارايت وكوارتز

توباز

تيتراهيدرايت

خام الفضة

ذهب

سفليرايت

فريسنوايت

فلورايت



فوجايت

فيليبستايت بوتاسيوم

كلسايت مع فلورايت

كلسايت

كالكوبيرايت مع كوارتز

ليكوفونايت

مانجنيت

مسكوفيت

هيماتيت

أباتيت

ويلفنايت

باراسمبلسايت

بارايت

بيروفسكايت

بيروشتيت مع كالكوبيرايت

بيريل



فريدليت

فلوجوبايت-مايكا

كاسيترايت

كالكوبيرايت مع كوارتز

تـوباز

جارنت

جالينا

جيودوكونايت

دايا بولايت

سارتورايت

سفليرايت

كلسايت مع كوارتز

كالكوستبيت مع سيدرايت

نحاس

ماجنيتايت

هيردرايت



روتايل

فلورايت

فيسيفونايت

تورمالين

أباتايت

أندرادايت

بايرايت

جارنيت

كرايوكولا

كوارتز مدخن

نحاس

أباتيت



تورمالين

بيريل وكلسايت

بيرومورفايت

بيرايت

كبريت

زيركون

جبس

جالينا

تورمالين

أنهيدرايت

نحاس

كوارتز





التقـويـم :

١) عـرف الـمعـدن .

٢) علل ما يلي :

أ - لا يعتبر اللؤلؤ و الزجاج من المعادن.

ب- تظهر بعض المعادن مثل الكوارتز بألوان مختلفة.

ج - تتميز منطقة الدرع العربي في غرب الجزيرة بمعادن مختلفة.

٣) اذكر أهم الخواص الطبيعية التي تساعد في التعرف على المعادن في الحقل؟

٤) رتب المعادن الآتية حسب الصلادة من الأقل إلى الأكثر :

الكوروندوم - التلك - الكوارتز - الفلسبار - الألماس - الكلسايت

٥) كيف تتعرف على كل من المعادن الآتية بخاصية مميزة لكل منها:

(التلك - الجالينا - الماجنيتايت - الميكا - الملح الصخري)

٦) أكثر المعادن انتشاراً في قشرة الأرض، هي : (اختر الجواب الصحيح) :

أ) الأكاسيد ب) السيليكات جـ) الكربونات د) الكبريتيدات

٧) تستخرج معظم الفلزات المستعملة من معادن : (اختر الجواب الصحيح) :

أ) الكبريتات ب) الأكاسيد جـ) الكبريتيدات د) السيليكات

٨) أكمل الجدول التالـي :

اسم المجموعة	اسم المعـدن	الصيغة الكيميائية
....	....	Fe_2O_3
....	الفلورايت	....
الفوسفات	....	....
الهاليدات	....	NaCL







مواقع الإنترنت :

http://www.geolab.unc.edu/Petunia/IgMetAtlas/mainmenu.html

http://webmineral.com/

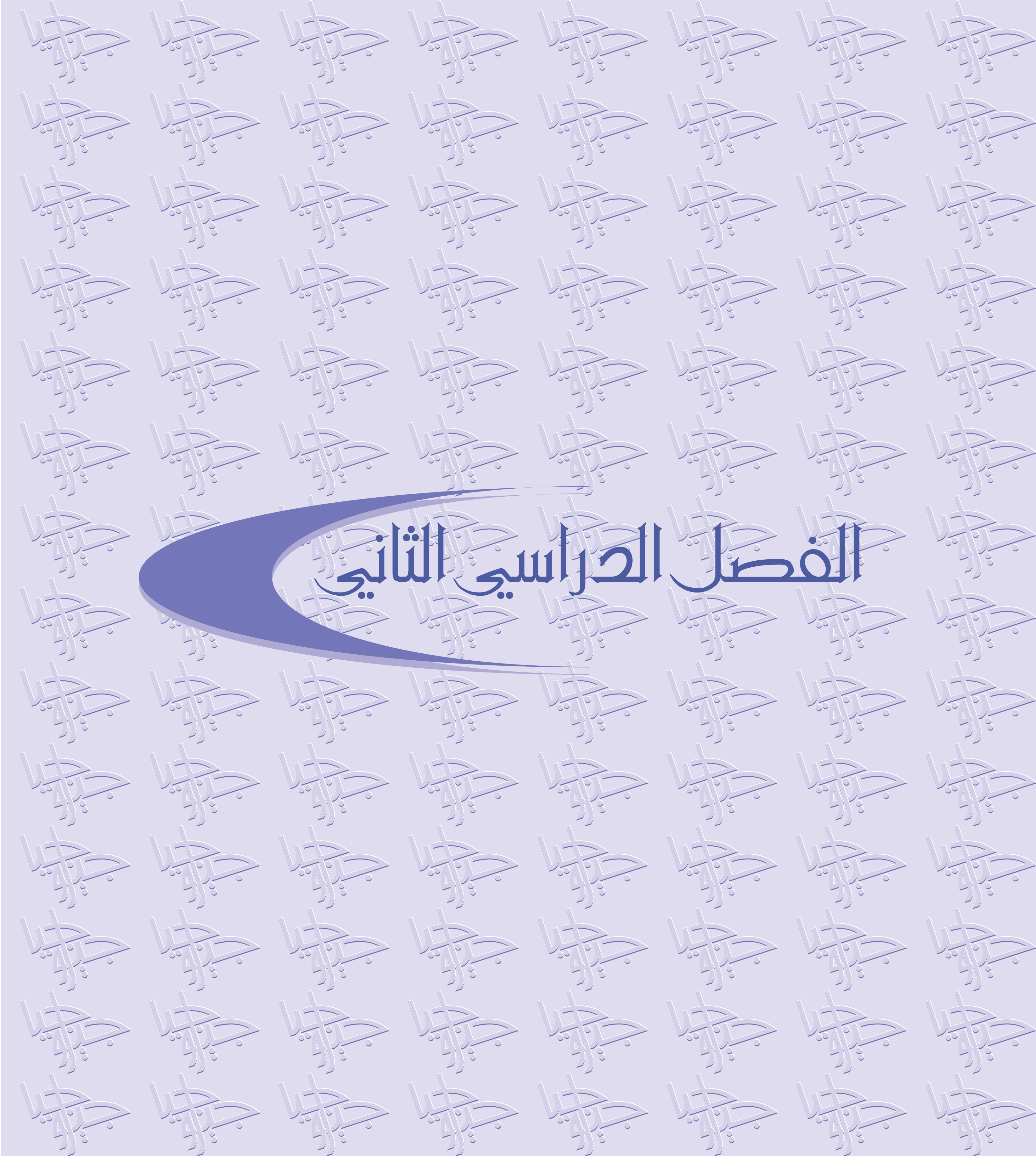
http://www.rareminerals.com/cgi-bin/rareminerals search.cgi?Type=SEARCHFORM

http://www.fabre-minerals.com/

http://www.infpe.edu.dz/cours/Sciences-nat/Geologie/Roches/TabMin.htm

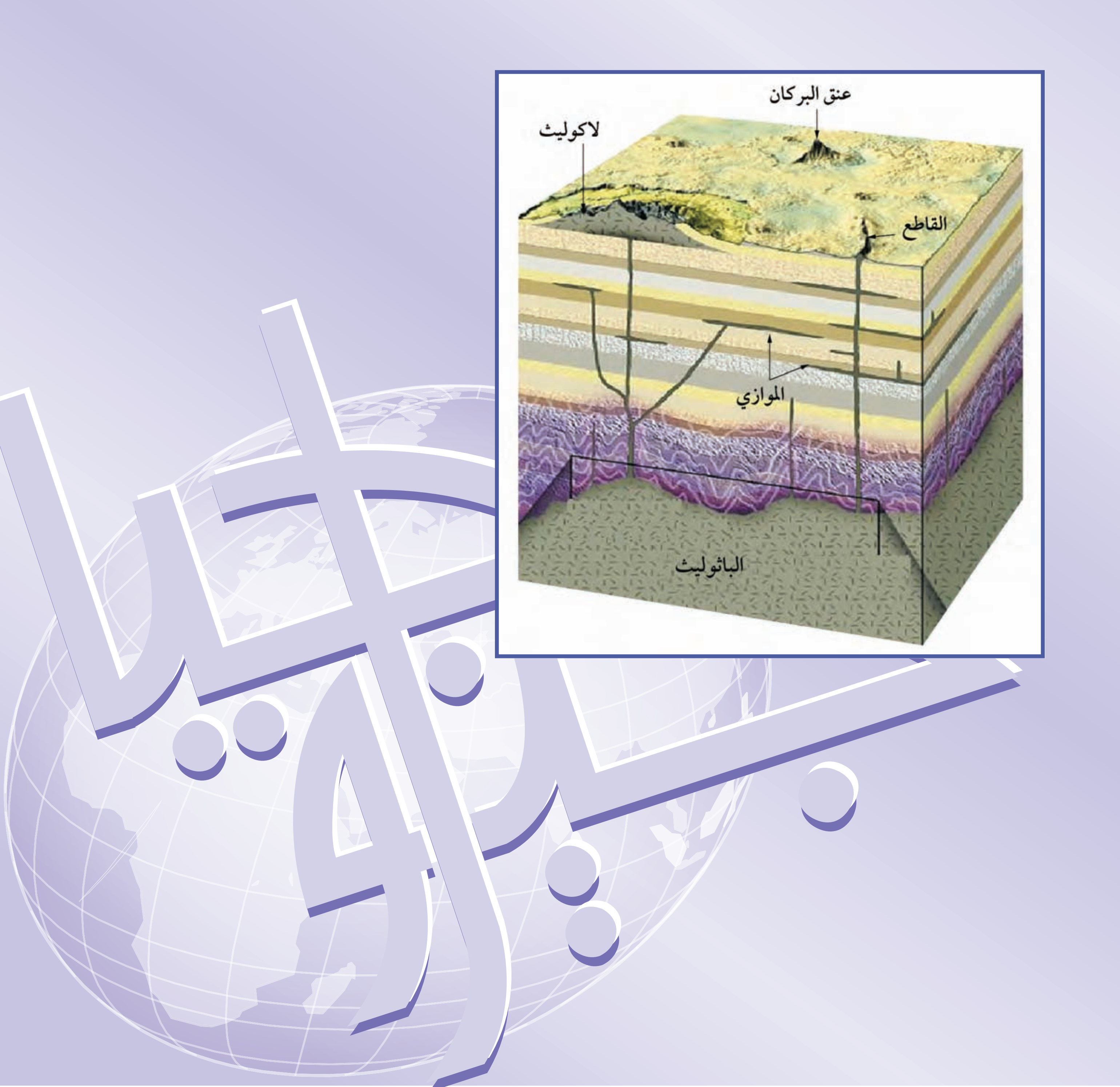
http://www.minerals.net/

http://www.geocities.com/fahad8002000/oreminrl.htm


الفصل الدراسي الثاني

الموضوع الخامس

الصخور Rocks



الأهداف الرئيسة لتدريس هذا الموضوع :

أخي الطالب : من خلال دراستك لهذا الموضوع يتوقع منك أن تكون قادراً على :

١ـ تعريف الصخر.
٢ـ استنتاج أن الصخر وحدة بناء القشرة الأرضية.
٣ـ ملاحظة أن الوحدة البنائية الأساسية للصخور هي المعادن.
٤ـ المقارنة بين أنواع الصخور الرئيسة.
٥ـ استنتاج العوامل التي أدت إلى تكوين الصخور النارية وكيفية نشأتها.
٦ـ وصف الصخور النارية حسب تركيبها الكيميائي.
٧ـ تعداد الأشكال الأولية للصخور النارية في الطبيعة.
٨ـ التعرف على صخر ناري من خلال العينات الصخرية وتقوم بتصنيفها.
٩ـ تمييز الصخور الرسوبية بخاصية التطبق التي تميزها عن الصخور النارية والمتحولة.
١٠ـ تفسير نشأة الأنواع المختلفة من الصخور الرسوبية.
١١ـ شرح كيفية تماسك الرواسب المفككة لتصبح صخوراً رسوبية صلبة و متماسكة.
١٢ـ استنتاج أهمية الصخور الرسوبية كخزانات طبيعية للمياه الأرضية والنفط والغاز الطبيعي.
١٣ـ تمييز العينات الصخرية لكل من الجير والطين والرمل من خلال صفاتها.
١٤ـ استنتاج أن الصخور النارية والرسوبية عموماً تتغير وتتحول بفعل الضغط والحرارة والسوائل الحارة لتعطي الصخور المتحولة.
١٥ـ المقارنة بين التحول التماسي والتحول الإقليمي.
١٦ـ وصف الصخور المتحولة بناء على درجة تبلور موادها وتركيبها الكيميائي.
١٧ـ شرح دورة الصخور في الطبيعة.





الصخــور Rocks



شكل (٥-١) أشكال مختلفة للصخور

﴿أَلَمْ تَرَ أَنَّ ٱللَّهَ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ ثَمَرَٰتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَٰنُهَا ۚ وَمِنَ ٱلْجِبَالِ جُدَدٌۢ بِيضٌ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَٰنُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ ﴿٢٧﴾ وَمِنَ ٱلنَّاسِ وَٱلدَّوَآبِّ وَٱلْأَنْعَٰمِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَٰنُهُۥ كَذَٰلِكَ ۗ إِنَّمَا يَخْشَى ٱللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ ٱلْعُلَمَٰٓؤُا۟ ۗ إِنَّ ٱللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ﴿٢٨﴾﴾ (فاطر : ٢٧-٢٨).

تشكل الصخور مواد القشرة الأرضية والوحدة البنائية الأساسية للصخور هي المعادن، **وتعرف الصخور بأنها أجسام طبيعية صلبة مؤلفة من عدة معادن مجتمعة معاً بنسب مختلفة.** وإن كانت هناك صخور تتكون من معدن واحد مثل الدلومايت، كما إن هناك بعض الصخور التي تتكون من أصل عضوي مثل الفحم.





صخر ناري – جرانيت



صخر رسوبي – الحجر الجيري





صخر متحول – الشيست

شكل (٥–٢) أنواع الصخور

ولكل صخر تركيب معدني، وبالتالي تركيب كيميائي خاص، يضفي عليه خواصاً بصرية وطبيعية وبلورية تميزه عن الصخور الأخرى. كما أن كل صخر يتكوّن في ظروف معيّنة تكسبه خواص محددة . شكل (٥–٢) .



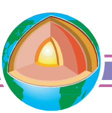
تصنيف الصخور:

تعتمد دراسة الصخور على معرفة خواصها الطبيعية والتي تمكن الجيولوجيون من تمييز الصخور عن بعضها البعض وتصنيفها إلى عدة أنواع، ولعل من أهم الخواص الطبيعية للصخور :

١ـ **التركيب المعدني Mineral Composition** : لكل صخر تركيب معدني خاص. وإذا أمكن تمييزه، فإننا نحدد نسبة كل معدن في الصخر.

٢ـ **النسيج Texture** : وهو وصف لحبيبات الصخر وحجمها. ويكون نسيج الصخور بلورياً كبير الحبيبات، أو بلورياً صغير الحبيبات، أو بلورياً دقيق الحبيبات. ونادراً ما يكون النسيج زجاجياً غير متبلور.

٣ـ **البُنية Structure** : تعبّر البنية عن مظهر قطعة الصخر إجمالاً، وتحدد علاقة الأجزاء معاً. ففي البنية الكثيفة تكون حبيبات الصخر متلاصقة ومتجانسة بحيث لا يظهر أي اتجاه معين لتراص حبيباته. والبنية الطبقية تدل على وجود اتجاهات معينة لتراص المعادن. وإذا كان الصخر غنياً بالمسامات تكون بنيته نافذة.





٤ـ اللون السائد : ويقصد به اللون الغالب على الصخر حتى لو وجدت بعض الألوان الأخرى غير سائدة . مثل صخر الجرانيت.

وعلى هذا الأساس **يتم تصنيف الصخور من حيث نشأتها وظروف تكوينها والخواص الطبيعية إلى ثلاثة أنوع رئيسة، هي :**

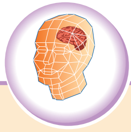
أولاً : الصخور النارية (Igneous Rocks)

تتكون هذه الصخور من تجمد مواد منصهرة تسمى الصهارة (Magma) المنبعثة من داخل قشرة الأرض. الصهارة عبارة عن مواد معدنية في حالة سائلة من شدة الحرارة، تتجمد عندما تصل إلى بيئة ذات درجة حرارة أقل بكثير من درجة حرارتها، كسطح الأرض مثلاً أو الطبقات العليا من القشرة الأرضية وعند اندفاع الصهارة إلى سطح الأرض فإنها تسمى حمماً (Lava) (شكل ٥-٣).



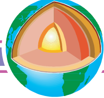


شكل (٥-٣) الحمم السائلة



فكر :

ما الفرق بين الصهارة والحمم؟





وتسمى الصخور النارية بالصخور الأولية لأنها أقدم أنواع الصخور، وتختلف الصخور النارية بتركيبها المعدني والكيميائي وبحجم حبيبات معادنها.

وهناك عدة طرق لتصنيف الصخور النارية يعتمد كل منها على صفات أو خصائص معينة، أهمها ما يلي :

١ ـ مكان التكوين والتواجد :

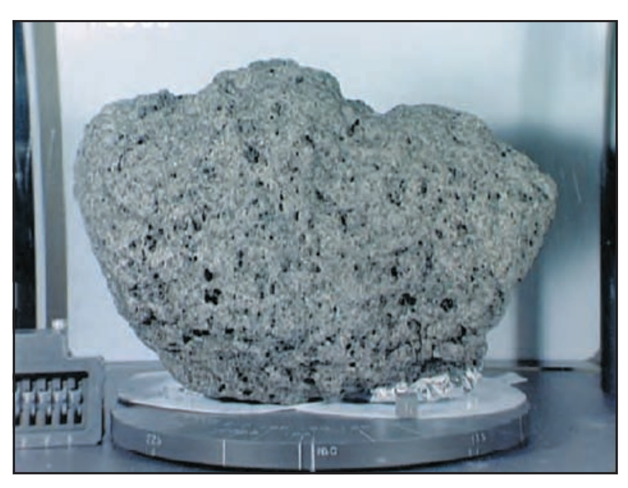
حيث تقسم الصخور النارية إلى قسمين حسب مكان تشكلها :ـ

أ ـ الصخور النارية البركانية أو السطحية Extrusive Igneous Rocks

وهي الصخور التي تنشأ من التبريد السريع للحمم على سطح القشرة الأرضية وبالتالي تعطي صخوراً بركانية دقيقة الحبيبات وتظهر على شكل طفوح حممية أو على هيئة مخاريط حول فوهة البركان ويعتبر صخر البازلت أكثر انواع الصخور البركانية انتشاراً في المملكة العربية السعودية. شكل (٥-٥).



شكل (٥-٤) صخر ناري جوفي (الجرانيت)

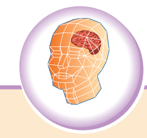


شكل (٥-٥) صخر ناري بركاني (البازلت)

ب ـ الصخور النارية الجوفية Intrusive Igneous Rocks

وهي الصخور التي تنتج من تجمد الصهارة على أعماق متفاوتة في باطن الأرض، وتتميز هذه الصخور بأنها تبرد ببطء مما يسمح بنمو بلورات كبيرة الحجم مثل صخر الجرانيت المنتشر بكثرة في الجزء الغربي من المملكة العربية السعودية. شكل (٥-٤).







فكر:

مـا أثـر العمق في تنـوع الصخور النـاريـة؟

٢ ـ التركيب الكيميائي على أساس نسبة السيليكا (SiO_2) تنقسم إلى ثلاثة أقسام، هي :

أ ـ الصخور الحمضية Acidic Rocks

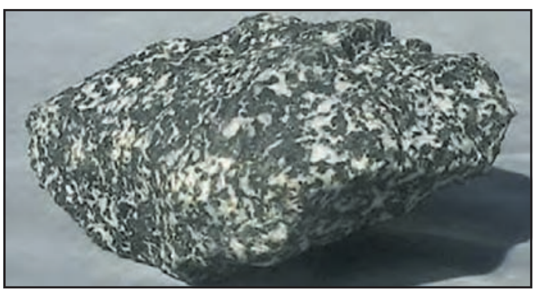
وتبلغ نسبة السيليكا في هذه الصخور أكثر من ٦٠٪ وتتميز بألوانها الفاتحة فالمعادن المكونة لها هي الكوارتز والفلسبار، ومن أمثلتها صخر الجرانيت وصخر الرايولايت. شكل (٥-٦).



شكل (٥-٦) صخر الرايولايت

ب ـ الصخور المتوسطة Intermediate Rocks

وهي الصخور التي تتراوح نسبة السيليكا بين ٥٢ و٦٠ ٪ ، وتوصف بأنها متوسطة اللون، ومن أمثلتها صخر الدايورايت Diorite شكل (٥-٧) وصخر الانديزايت Andesite.



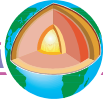
شكل(٥-٧) صخر متوسط (الدايورايت)

ج ـ الصخور القاعدية Basic Rocks

وهي الصخور التي تحتوي على نسبة من السيليكا أقل من ٥٢ ٪، ولونها يميل إلى السواد نظراً لزيادة نسبة عنصري الحديد والمغنسيوم فيها، ومن أمثلتها صخر الجابرو، شكل (٥-٨) وصخر البازلت . جدول (٥-١).



شكل (٥-٨) صخر قاعدي (الجابرو)





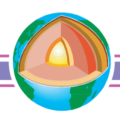
	الصخور الحمضية فاتحة اللون	الصخور المتوسطة متوسطة اللون	الصخور القاعدية داكنة اللون
نسبة السيليكا	أكثر من ٦٠٪	من ٥٢-٦٠٪	أقل من ٥٢٪
الصخور البركانية دقيقة الحبيبات	الرايولايت	أنديزايت	بازلت
الصخور النارية الجوفية خشنة الحبيبات	الجرانيت	ديورايت	جابرو

جدول (٥-١) تقسيم الصخورالنارية على حسب نسبة السيليكا

الأشكال الأولية للصخور النارية في الطبيعة

وبما أن الصخور البركانية تخرج إلى سطح الأرض وتتكون عليه، فإنها تشكل كتلاً متراصة يعلو بعضها بعضاً دون انتظام، وغالباً ما يبقى اتجاه الانسياب ملحوظاً داخل هذه الكتل. وإذا كانت الحمم البركانية غنية بالسيليكا فإنها تكون لزجة جداً، ولا تنساب بسهولة بل تتكدس لتشكل قباباً وأعمدة عالية ترتفع فوق فوهة البركان، أما إذا كانت نسبة السيليكا فيها منخفضة فتزداد سيولتها وتنساب إلى مسافة بعيدة حول فوهة البركان، مشكلة وسائد صخرية قليلة السماكة. ثم إن البراكين عندما تنفجر تحدث في بعض الحالات غباراً كثيفاً يتساقط ويستقر على الأرض فيؤلف طبقات واسعة الامتداد تسمى الرماد البركاني.

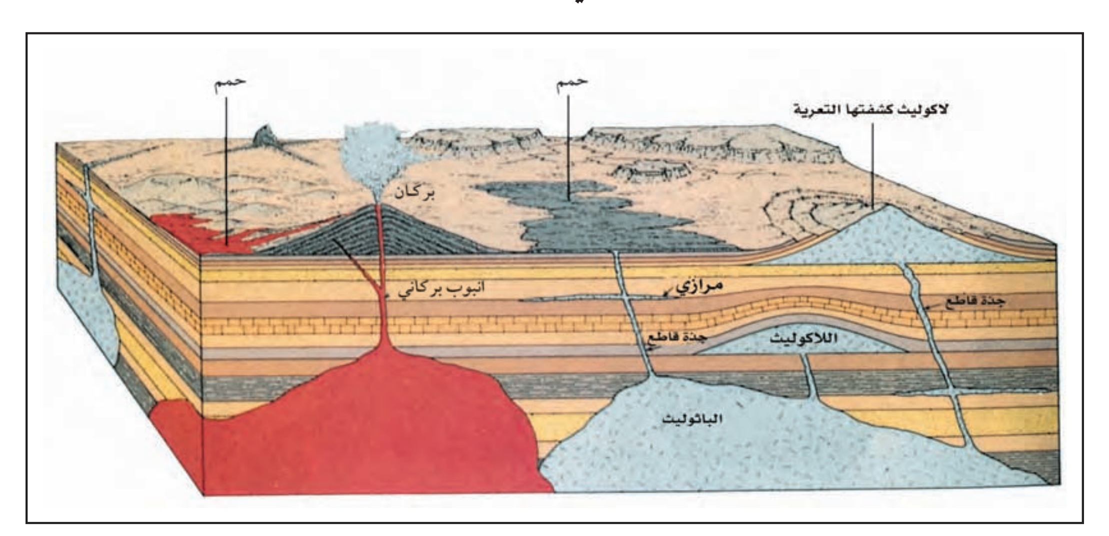
أما الصخور الجوفية، فإنها تشكل في أغلب الأحيان كتلة ضخمة شبه كروية داخل قشرة الأرض، تدعى **باثوليث (Batholith)** والتي تعتبر من أضخم كتل الصخور الجوفية؛ حيث توجد على أعماق بعيدة في باطن الأرض، وبعد أن تقوم عوامل التعرية بإزالة الصخور التي تعلوها تظهر على سطح الأرض، ويتجاوز قطر الباثوليث عشرات الكيلومترات أحياناً ومن أشهر الأجسام النارية **اللاكوليث (Laccolith)**الذي يتكون نتيجة اندفاع الصهارة بضغط شديد على طبقات الصخور العليا مما يجعلها في حالة تحدب، أما القاعدة فتظل أفقية الشكل.





أما الصخور النارية التي يكون سمكها قليلاً وتتكون نتيجة الاندفاع وتداخل الصهارة داخل الشقوق فتعرف **بالقاطع (Dike)** إذا كانت رأسية أو مائلة، إما إذا كانت أفقية أو موازية لسطح الطبقات فإنها تسمى **الموازي (Sill)** شكل (٥-٩).

والخلاصة أن الصخور النارية تتكون على هيئة كتلية لا طبقية ولا تحتوي على بقايا كائنات نباتية أو حيوانية قديمة (أحافير) وتكون الصخور النارية في حالة متبلورة.



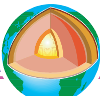
شكل (٥-٩) الأشكال الأولية للصخور النارية في الطبيعة

نشاط عملي :

تمرين التعرف على الصخور النارية وأصلها وطريقة تكوينها :

إن أحسن طريقة للتعرف على الصخور النارية هي الممارسة، وكلما زاد عدد العينات المفحوصة كلما اكتسب الطالب خبرة أكثر في التعرف على هذه الصخور.

سوف تُعطى لك مجموعة من الصخور النارية في المعمل. فقم بدراستها.مع ملاحظة ما يجب عليك أن تقوم به وهو تصنيف هذه الصخور باتباع الخطوات التالية :





١ ـ خذ عينة من المجموعة المعطاة لك وافحصها جيداً .
٢ ـ تعرف على النسيج الصخري واللون والتركيب المعدني وحاول ترتيب المعادن الأساسية حسب وفرتها . سجل المعلومات التي تستخلصها في جدول المعلومات الخاص بوصف الصخور النارية.
٣ ـ قم بتصنيف الصخر وتسميته باستخدام جدول تقسيم الصخور النارية .
٤ ـ اكتب عن نشأة الصخر، وذلك بالإجابة على الأسئلة التالية :
أ) ما هو نوع الصهارة التي تكون منها الصخر ؟
ب) أين تكون ذلك الصخر (تحت أو على سطح الأرض) ؟
إذا لم تعرف ما هو المطلوب بالتحديد أو وجدت أي صعوبة، اسأل المعلم فوراً، وتأكد قبل خروجك من المعمل من أنك أصبحت قادراً على تمييز الصخور النارية.

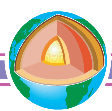
ثانياً : الصخور الرسوبية Sedimentry Rocks :

الصخور الرسوبية : وهي الصخور التي تتكون فوق سطح القشرة الأرضية مؤلفة من حبيبات انفصلت عن صخور سابقة التكون وتجمعت في أحواض الترسيب* حيث تحجرت بفعل تراكمها والتحام حبيباتها بمواد لاحمة. شكل (٥- ١٠).

مميزات الصخور الرسوبية :

١ـ توجد على شكل طبقات يعلو بعضها البعض وهذه الخاصية لا توجد في الصخور النارية والمتحولة.
٢ـ تحتوي الصخور الرسوبية على بقايا الكائنات النباتية أوالحيوانية (الأحافير) شكل (٥-١١).
٣ـ تغطي حوالي ثلثي مساحات القارات.
٤ـ تحتوي على مصادر الطاقة مثل النفط والغاز والفحم وكذلك المياه الجوفية.

* الأحواض الترسيبية، هي : المنخفضات في القشرة الأرضية التي تتجمع بها المياه مثل البحار والبحيرات والأنهار .







شكل (٥-١٠) صخر رملي





شكل (٥- ١١) صخر جيري يحتوي على الأحافير

تصنيف الصخور الرسوبية :

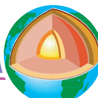
ليس هناك قاعدة شاملة يعتمد عليها في تصنيف الصخور الرسوبية إذ أن معادنها مشتقة من كل أنواع الصخور ولكن أفضل أنواع التصنيف يعتمد على قاعدتين، هما :

أولاً: النشأة والتكوين : وتقسم الصخور الرسوبية بهذه الطريقة إلى :

أ ـ الصخور الرسوبية الفتاتية : تتألف من تجمع الأجزاء المتبقية من تفتت الصخور بفعل العمليات الميكانيكية الطبيعية كالرياح والمياه الجارية؛ حيث تنقل الفتات الصخري بمختلف أحجامه ويترسب في أحواض الترسيب دون أن يطرأ عليها تغير كيميائي هام. شكل (٥ – ١٢). حسب الجدول (٥ – ٢) :

حجوم الحبيبات / النشأة	كبيرة الحبيبات	متوسطة الحبيبات	دقيقة الحبيبات
ميكانيكية	بريشيا (breccia)	حجر رملي (sandstone)	حجر الطين (claystone)
	مدملكات (conglomerate)		طفل (shale)

جدول (٥-٢) الصخور الرسوبية الفتاتية









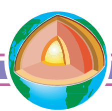
شكل (٥- ١٢) صخور رسوبية فتاتية (المدملكات)

ب ـ الصخور الرسوبية الكيميائية : تنتج عن انفصال وترسيب مركبات معدنية ذائبة في الماء؛ حيث يتم انفصال هذه المواد عن الماء في معظم الحالات دون تبخره، وإنما لانخفاض ذائبية هذه المواد في الماء أما إذا تبخر الماء فيزداد تركيز الأملاح وتترسب مكونة ما يعرف بالمتبخرات، حسب الجدول (٥-٣) :

التركيب الكيميائي / النشأة	جيـري	سيليكـا	متبخرات
كيميائيـة	حجر جيري حجر الدولومايت	صوان ـ فاتح صوان ـ داكن	الجبس $(CaSO_4.2H_2O)$ الانهيدريت $(CaSO_4)$ الملح الصخري $(NaCl)$

الجدول (٥-٣) الصخور الرسوبية الكيميائية

ج ـ الصخور الرسوبية العضوية : أسهمت في تكوينها جزئياً أو كلياً بعض الأحياء حيث تبقى الأجزاء الصلبة للبقايا العضوية النباتية أو الحيوانية مثل المرجان وتتراكم وتتماسك فيما بعد مكونة الصخور الرسوبية العضوية. حسب الجدول (٥ - ٤) التالي :





النشأة / التركيب الكيميائي	جيريـة	فحمي	فوسفاتي
عضوية	طباشير (Chalk) حجر الجير الأحفوري	الفحم (Coal)	الفوسفات

جدول (٥ – ٤) الصخور الرسوبية العضوية

ثانياً : التركيب المعدني :

وهذا التصنيف يعتمد على نسبة المعادن المكونة للصخور الرسوبية، حيث يتم تصنيفها كالتالي :

أ ـ **الصخور الجيرية** : ويغلب على تركيبها معادن الجير (الكلسايت و الدولومايت) وينتشر هذا النوع في أرجاء المملكة العربية السعودية وخاصة المنطقة الوسطى والشرقية شكل (٥–١٣)، وتتميز بعدة مميزات من أهمها :

١ـ لونها في الغالب أبيض، وأحياناً بني أحمر حسب نسبة أكسيد الحديد، أو سوداء بسبب المعادن الداكنة.

٢ـ تذوب في الأحماض محدثة رغوة وينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون.



شكل (٥– ١٣) صخر جيري



٣ـ قساوة الصخور الجيرية ضعيفة نسبياً.
٤ـ ثقلها النوعي يتراوح مابين (٢,٥ - ٢,٩).
٥ـ نفاذيتها للماء ضعيفة.
٦ـ تحتوي على حبيبات بلورية غا لباً.
٧ـ تحتوي على بقايا حيوانية أو نباتية متحجرة مما يدل على أنها ترسبت في أعماق البحار.
٨ـ إذا سخنت فوق ٩٠٠ مْ تتحول إلى الجير الحي (CaO) بعد أن تفقد (CO_2).

أهم استعمالات الصخور الجيرية :
١ـ تؤخذ منها أحجار البناء.
٢ـ تستعمل في صناعة الجير والإسمنت.

ب ـ الصخور الطينية : تتألف الصخور الطينية من معادن طينية، مثل : الكاولين، الكلورايت، كما أن الكلسايت والكوارتز وأكاسيد الحديد تشكل جزءاً بسيطاً منها، وتوجد في عدد من مناطق المملكة، منها : الخرج – القصيم – تبوك – الجوف. ومن مميزاتها :
١ـ غير منفذة للماء لذا تتكون عليها مستنقعات.
٢ـ ألوان الصخور الطينية (رمادي ـ أو بني ـ وقد يطغى عليها ألوان أخرى كالأخضر أو الأسود).
٣ـ تصبح الصخور الطينية متماسكة إذا سخنت إلى درجة ١٢٠٠ مئوية.
ومن أهم استعمالات الطين : صناعة الخزف والقرميد والفخار وطوب البناء.

ج ـ الصخور الرملية : تتألف من معدن الكوارتز (أكثر من ٥٠٪) مع حبيبات المايكا والفلسبار، وتوجد هذه الصخور في المملكة في عدد من المناطق، منها : الرياض – العلا – الربع الخالي.
تختلف ألوان هذه الصخور، فمنها : البيضاء والرمادية والحمراء والمواد اللاحمة التي تترسب من الماء، مثل : السيلكا والكلسايت وأكاسيد الحديد التي تعطي الصخور اللون الأحمر. ويختلف حجم الحبيبات فمنها الصغيرة أو الخشنة مثل (متكون البياض) شكل (٥ – ١٤).







شكل (٥- ١٤) صخور رملية

مميزات الصخور الرملية :

١ـ ذات مسامية ونفاذية عاليتين.

٢ـ اختلاف ألوانها بحسب نوع المادة اللاحمة التي تربط بين حبيباتها.

٣ـ حبيباتها ترى بالعين المجردة.

استعمالات الصخور الرملية :

١ ـ تستخدم في البناء.

٢ ـ تستخدم الرمال البيضاء الغنية بالكوارتز في صناعة الزجاج .

تمرين التمييز بين الصخور الجيرية والطينية والرملية :

١ـ الصخور الجيرية تتفاعل مع حامض الهيدروكلوريك (HCl) وتحدث رغوة وافرة جداً، ويمكن التعبير عن فعل حامض (HCl)على الكلسايت بالمعادلة التالية :

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

وعند انطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) يحدث الرغوة التى نشاهدها.

٢ـ الصخور الطينية : لا تتأثر بحامض (HCl) ولكن مع الماء تتحول إلى عجينة مرنة.

٣ـ الصخور الرملية : لا تتأثر بـ (HCl) ولا بالماء، ويمكن مشاهدة حبيباتها بالعين المجردة.

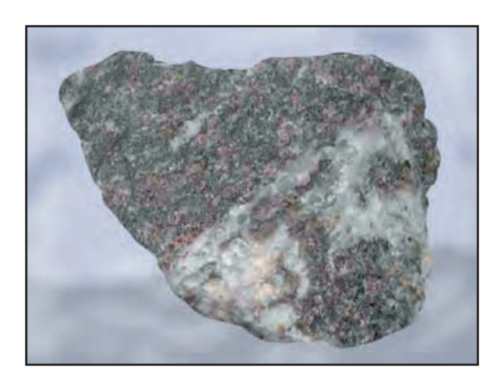


ثالثاً : الصخور المتحولة (Metamorphic Rocks) :

الصخور المتحولة هي التي تنشأ من تحول الصخور الرسوبية والصخور النارية تحت تأثير الحرارة والضغط والسوائل الحارة دون أن تصل إلى مرحلة الانصهار للصخور، وهذه العوامل تغير شكل المعادن والصخور وتركيبها، شكل (٥-١٥).

فالمعادن المكونة للصخر تكون ثابتة تحت ظروف معينة من الحرارة والضغط، وعند اختلاف أحد هذين العاملين أوكليهما معاً فإن المعادن تبدأ في التغير معدنياً ونسيجياً لتكون أكثر ثباتاً تحت الظروف الجديدة من الضغط والحرارة.

عملية التحول هذه تحدث في درجات حرارة أقل من تلك التي تنصهر عندها الصخور.

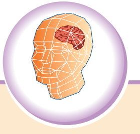


صخر النيس



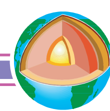
صخر الكوارتزايت

شكل (٥-١٥) صخور متحولة



فكر :

ماذا يحدث للصخور في درجات الحرارة العالية التي تنصهر عندها معادنها؟





أنواع التحول :

يمكن تقسيم أنواع التحول تبعاً للظروف الجيولوجية التي تؤدي إلى تحول الصخور إلى قسمين رئيسين، هما :

١ـ التحول الإقليمي Metamorphism Reigonal :

يشمل مجمل التغيرات التي تطرأ على الصخور تحت تأثير الضغط والحرارة، والناتج عن حركات القشرة الأرضية، ويتم التحول ببطء شديد وتغطي الصخور المتحولة الإقليمية مناطق كبيرة من سطح الأرض وبالتالي لا بد لأي صخر أن يتحول كلما زاد عمقاً داخل قشرة الأرض؛ حيث دلت نتائج الأبحاث أن الضغط والحرارة يرتفعان مع ازدياد العمق، والضغط هو العامل الأساسي في هذا التحول (شكل ٥-١٨).





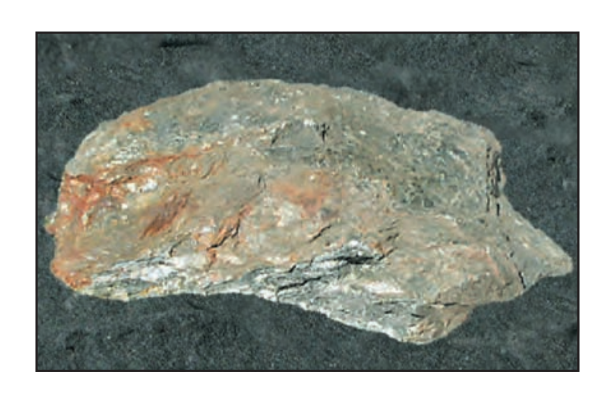
شكل (٥-١٦) أشكال مختلفة لصخر النيس

٢- التحول التماسي Metamorphism Contact :

هو تحول الصخور الناتج عن الاندفاعات النارية المجاورة تحت تأثير الارتفاع الشديد في درجة الحرارة وعامل التحول السائد هو الحرارة، إضافة إلى الغازات والأبخرة والسوائل الخارجة من الاندفاعات النارية أو الصهارة، ويكون التحول أكثر وضوحاً كلما اقتربنا من الحد الفاصل بين الجسم الناري والصخور المجاورة، لكن التحول التماسي يبقى محدوداً على نطاق ضيق وضعيف بوجه عام. وغالباً توجد الصخور المتحولة بين الصخور النارية والرسوبية (نطاق التماس) شكل (٥-١٧).







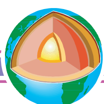
شكل (٥-١٧) أشكال مختلفة لصخر الشيست (لاحظ التورق)

تصنيف الصخور المتحولة :

يعتمد تصنيف الصخور المتحولة إما على درجة تبلور معادنها التي تدل على قوة التحول، وإما على تركيبها الكيميائي لكن الأفضل هو اعتماد العاملين معاً، ويبين الجدول التالي أنواع الصخور :

نوع التحول	العامل السائد في التحول	الصخر الأصلي	الصخر المتحول
تحول تماسي (حرارة)	الحرارة والسوائل والغازات	بازلت ، طفل	هورنفلس
		حجر رملي	كوارتزيت
		حجر جيري	رخام
تحول إقليمي (ضغط)	حرارة منخفضة	طفل	إردواز
	ضغط وحرارة متوسطة	إردواز حجر رملي فيليت - حجر جيري	فيليت شيست
	ضغط وحرارة مرتفعان	كل أنواع الصخور (الجرانيت)	النيس

جدول (٥-٥) أنواع الصخور المتحولة







نشاط عملي :

تمرين التعرف على الصخور المتحولة :

حان الآن الوقت لكي تطبق المعلومات التي تعرفها عن الصخور المتحولة، اتبع الخطوات التالية :

١ ـ خذ مجموعة الصخور المتحولة التي سوف يوفرها لك المعلم .

٢ ـ إختر عينة صخرية من المجموعة المقدمة متبعاً الخطوات التالية، وسجل المعلومات التي تستنتجها في جدول المعلومات المرفق :

أ ـ التركيب المعدني، هل الصخر مكون من معدن واحد إذا كان كذلك ما هو المعدن؟ إذا كان الصخر مكون من أكثر من معدن حاول التعرف على أكبر قدر من المعادن باستخدام عدسة أو مجهر.

ب ـ افحص الصخر ولاحظ أي الخواص تمكنك من التعرف على الصخر مثل وجود الانفصام واللون والبريق والتفاعل مع الحمض، وغيرها من الخواص المميزة للصخور المتحولة.

ج ـ تعرف على الصخر باستخدام جدول تقسيم الصخور المتحولة.

د ـ صخر المصدر، حاول التعرف على صخر المصدر.

٣ ـ اسأل المعلم عن صحة تعرفك على الصخر.

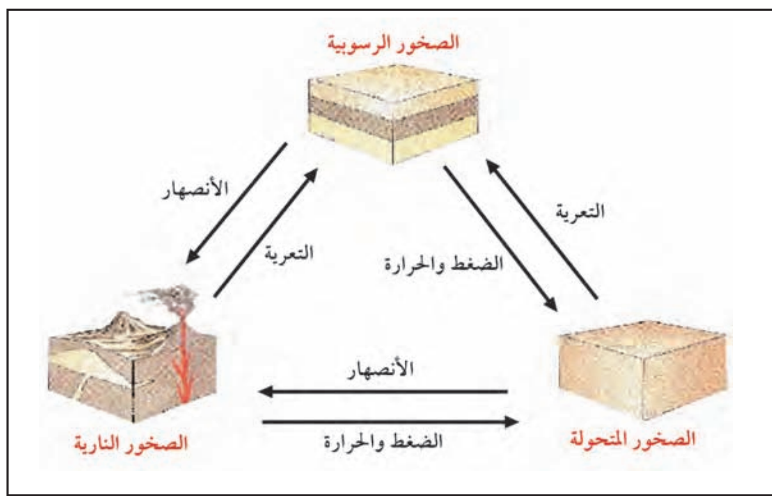
التركيب المعدني	الانفصام	اللون	البريق	التفاعل مع الأحماض



دورة الصخور : Rock Cycle

من العرض السابق لأنواع الصخور الثلاثة يتبين وجود علاقة واضحة بين هذه الصخور. فمع مرور الزمن وتغير الظروف المحيطة فإن أي نوع من هذه الصخور يمكن أن يتحول إلى النوع الآخر.

وهذه العلاقة تكون دورة يمكن تمثيلها بالشكل (٥-١٨) :



شكل (٥-١٨) دورة الصخور

بدراسة الشكل يتبين أن الصخور النارية هي الصخور الأم التي نتجت من تجمد الصهارة. وعند تعرض هذه الصخور لعوامل التجوية والتعرية كالرياح والأمطار والمياه الجارية وغيرها فإنها تتفتت وتتحلل ويتم نقلها إلى أماكن أخرى حيث يترسب الفتات الصخري، ثم لا يلبث أن يتماسك ويتصلب ويكوّن الصخور الرسوبية. وإذا استمرت الدورة دون انقطاع فإن الصخور الرسوبية الناتجة تتعرض للحرارة أو الضغط أو كليهما معاً فتنشأ الصخور المتحولة. وإذا تعرضت الصخور المتحولة إلى المزيد من الحرارة فإنها ربما تنصهر وتكون صهارة تعطي عند تجمدها صخوراً نارية، وهكذا فإن الصخور بأنواعها الثلاثة تكون دائماً في تغير مستمر من نوع لآخر، ويتم هذا التغير ضمن دورة تسمى (دورة الصخر في الطبيعة) وقد تنقطع هذه الدورة ، فمثلاً قد لا تظهر الصخور النارية الموجودة في باطن الأرض على السطح وبالتالي لاتتعرض لعوامل التجوية والتعرية ولا تكوّن صخوراً رسوبية، ولكنها تتحول مباشرة بفعل الضغط والحرارة إلى صخور متحولة كما قد تتعرض الصخور الرسوبية والمتحولة لعوامل التعرية دون الوصول إلى مرحلة الصخور النارية. مما سبق يتبين أن صخور القشرة الأرضية في تغير مستمر من نوع لآخر.



نشاط عملي :

كيف تميز بين أنواع الصخور الثلاثة (النارية – الرسوبية – المتحولة)؟

كما درست سابقا توجد في المملكة العربية السعودية أنواع الصخور جميعها، فكيف نتعرف عليها ونميزها عن بعضها؟

إحتياجات النشاط :

١ـ عينات مختلفة من الصخور النارية والرسوبية والمتحولة. (يفضل عينتان على كل نوع من الصخور).

٢ـ أحماض مخففة.

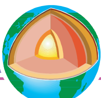
٣ـ عدسة مكبرة.

خطوات النشاط :

١ـ افحص العينات الصخرية بالعدسة المكبرة وحاول التعرف عليها من خلال خواصها ومميزاتها المختلفة.

٢ـ دون ملاحظاتك على شكل الجدول التالي لكل عينة :

المميزات التي تعتمد عليها في تحديد نوع الصخر	رقم العينة					
	١	٢	٣	٤	٥	٦
النسيج						
البنية						
المحتوى الأحفوري						
المسامية						
التبلور						
نوع الصخر						







للإطلاع :

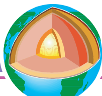
أحجار البناء :

إن أراضي المملكة العربية السعودية غنية بأحجار البناء في جميع أصنافها من رسوبية كالصخور الجيرية والرملية والنارية كصخور الجرانيت والجابرو، ومتحولة كالشيست والنيس.

وتستخدم هذه الصخور بجميع أنواعها في رصف الجسور وأعمال البناء والتشييد والمهم أن كثيراً من أصنافها يمكن استعمالها بعد صقلها في زخرفة الأبنية وتجميلها.

ومن أمثلة الصخور الهامة التى تستخدم لأغراض البناء والزينة في المملكة العربية السعودية :

- **أحجار الجرانيت والجابرو** : وتقع في الجزء الغربي من المملكة؛ حيث تشكل كتل صخرية صلبة ومتجانسة ذات ألوان زاهية تتدرج من اللون الوردي إلى الأزرق والأخضر والبيج والرمادي الفاتح إلى البني الغامق، وتتركز هذه الأحجار في مناطق المدينة المنورة وجدة وينبع ونجران ورنية والرس ومكة المكرمة.
- **الرخام** : وهو أقل انتشاراً من صخور الجرانيت ويظهر بألوان مختلفة تتدرج من الأبيض الناصع إلى البيج والرمادي إلى الأسود والوردي والأخضر خصوصاً على امتداد البحر الأحمر ويوجد الرخام في عدة مواقع أهمها في منطقتي جبل فرسان وجبل صباح على بعد (٣٠) كم جنوب جدة وجبل خاتوجة وشهبي وغزلان جنوب عفيف .
- **الحجر الجيري** : ويوجد في صخور الغطاء خصوصاً في منطقة الرياض .







التقويم :

١- عدِّد الأنواع الرئيسة للصخور.

٢- لماذا تكون حبيبات الريولايت أصغر من حبيبات الجرانيت؟

٣- هل البازلت صخر حمضي أم قاعدي؟

٤- قارن بين الصخور التالية :

	اللون	النشأة (سطحي - جوفي)
صخر الجرانيت		
صخر البازلت		

٥- ما هي استخدامات الجرانيت؟

٦- صف التغييرات التي تطرأ على عينة لصخر رسوبي عندما تدفن على عمق ٢٠ كلم داخل قشرة الأرض؟

٧- كيف تميّز بين صخر متحول وصخر رسوبي؟

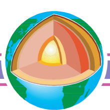
٨- كيف تختلف الظروف الطبيعية بين سطح الأرض وداخل القشرة؟

٩- اختر العبارة الصحيحة من الآتي:

أ) البازلت صخر غني بالسيليكا.
ب) البازلت صخر بركاني.
جـ) النيس صخر ناري جوفي.
د) الرخام صخر متحول غني بالسيليكا.

١٠- ما الفرق بين كل من:

أ) التحول التماسي والتحول الإقليمي.
ب) صخر ناري جوفي وصخر ناري سطحي (مثّل لذلك).





١١- ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارة الخاطئة مع تصحيحها :

أ - الرخام صخر متحول عن صخر رملي.

ب- يعتبر الباثوليت صخوراً نارية جوفية.

ج - يختلف التركيب المعدني للصهارة من بركان لآخر.

د - نسبة السيليكا في صخر الجابرو تزيد عن ٦٠٪ من تركيبه المعدني.

هـ- تحتوي الصخور المتحولة على أحافير حيوانية أو نباتية.

١٢- ما هي أهم استخدامات الصخر الجيري؟

١٣- أكمل الجدول التالي :

أنواع الصخور	الاسم
....	الحجر الجيري
الصخور المتحولة	....
....	الجرانيت
....	النيس

مواقع الإنترنت :

http://www.geolab.unc.edu/Petunia/IgMetAtlas/mainmenu.html

http://physics.uwstout.edu/geo/gallery.htm

http://www.paleoart.com/

الموضوع السادس

حركة الصفائح



الأهداف الرئيسة لتدريس هذا الموضـوع :

أخي الطالب : من خلال دراستك لهذا الموضوع يتوقع منك أن تكون قادراً على :

١ـ استنتاج حركة القارات.
٢ـ توضيح الدليل الذي أوحى للعالم الألماني بنظرية الانجراف القاري.
٣ـ تعداد الأدلة المؤيدة لنظرية الانجراف القاري.
٤ـ ذكر نص نظرية توازن أجزاء قشره الأرض.
٥ـ تبيان الأساس الذي تعتمد عليه نظرية حركة الصفائح.
٦ـ تعداد أنواع حركة الصفائح وخصائصها.
٧ـ تعريف الطيات والصدوع وأهميتها الاقتصادية.
٨ـ رسم بعض الصدوع والطيات.
٩ـ بيان الفرق بين الصدوع والطيات.
١٠ـ المقارنة بين تيارات الحمل الدوارنية الصاعدة والهابطة.
١١ـ شرح أسباب حدوث الصدوع والطيات.





حركة الصفائح Plate Tectonics

مقدمة تمهيدية :

تعتبر البراكين والزلازل دليلاً قاطعاً على أن قشرة الأرض لا تزال في حالة تطور وتحرك. وتدل الأحياء البحرية المتحجرة الشكل(٦-١) والمحفوظة داخل صخور الجبال العالية، على أن هذه الجبال كانت في الماضي مغمورة بمياه البحار، وهذا دليل آخر على أن قشرة الأرض تتحرك على نطاق واسع، وقلما تخلو منطقة في الأرض من وجود فوالق وتشققات عميقة ممتدة في طبقاتها. ويمكن القول : إن ما توصل إليه العلم يشير إلى أن أسباب تكوّن القارات والجبال وحدوث الزلازل، وانفجار البراكين، مرتبطة معاً ارتباطاً وثيقاً. إن قشرة الأرض مقسمة إلى صفائح منفصلة ومتحركة. تتصدع هذه الصفائح، فتفسح المجال لتسرب الصهارة إلى الخارج، وتولد البراكين؛ وتتصادم، فتحدث التجعدات والجبال والفوالق والأغوار؛ وتتطاحن فتولد الزلازل والفوالق العميقة. تشكل مواقع البراكين والزلازل نقاطاً ضعيفة في قشرة الأرض. حيث إنها تحتوي على تصدعات عميقة وهامة مما جعل علماء الأرض يقرون نظرية دعيت «حركة الصفائح (Plate tectonics)».

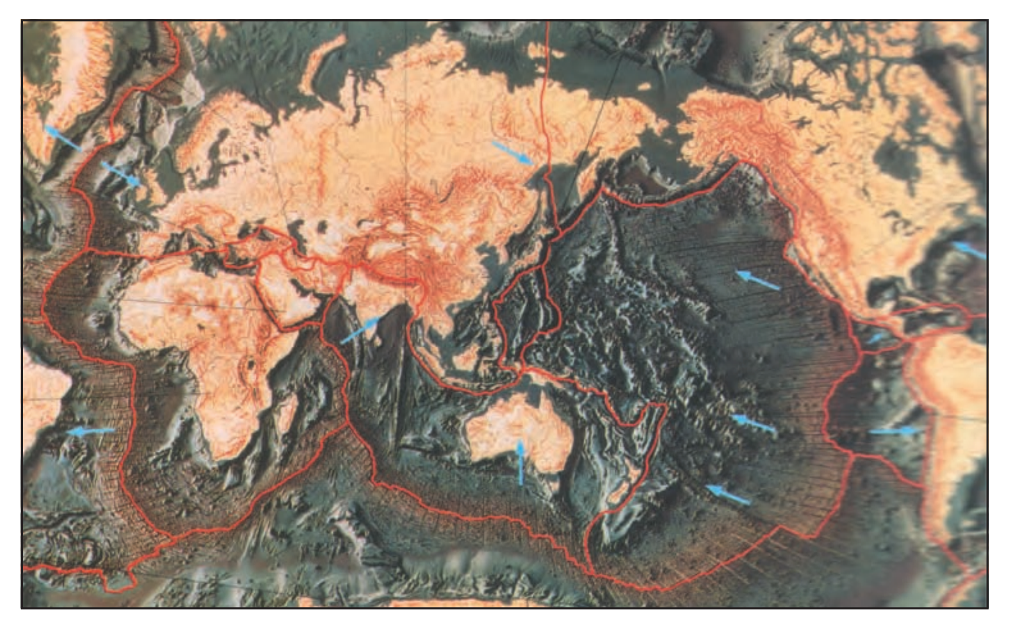






شكل (٦-١) أحافير متنوعة محفوظة داخل الصخور





شكل (٦-٢) يوضح حدود الصفائح المختلفة



حركة الصفائح :

مفهومها :

يمكن تلخيصها في النقاط الآتية :

١ـ أن قشرة الأرض ووشاحها الخارجي مكسرة إلى ست صفائح رئيسة واسعة، وعدد من الصفائح الصغيرة الأخرى (مثل الصفيحة العربية).

٢ـ حدود هذه الصفائح تقع عند تشققات عميقة أو سلاسل جبال عالية أو أغوار بحرية عميقة. شكل (٦-٢).

٣ـ تتكون كل صفيحة من أجزاء معينة من قشرة القارات وقشرة المحيطات.

٤ـ هذه الصفائح دائبة الحركة.



٥ـ تنشط تحتها تيارات الحمل الدورانية التي تدفع بها باتجاه حركتها.
٦ـ تنقسم الصفائح إلى نوعين : قارية ومحيطية.

وبما أن المادة المكونة لقيعان المحيطات بازلتية والتي تدعى سيما (سيلكون و مغنيسيوم) والمادة المكونة للقارات تدعى سيال (سيلكون وألمنيوم)، والمادة الأولى أعلى كثافة من المادة الثانية، فإن الصفائح البحرية عند تحركها باتجاه الصفائح القارية تنزلق تحتها فتتكون عند حدودها أخاديد عميقة (Trenches). وتكمل التيارات دورتها تحت القارات ، ثم تعود إلى الوشاح مرة أخرى. وهذه العملية تؤدي بالنتيجة إلى دفع صفائح القارات، واهتزاز القشرة الأرضية، ونمو صفائح القارات عند حدودها وقاعدتها.

أنــواع حـركـة الصفـائـح :

هناك ثلاثة أنوع لحركة الصفائح هي :

١ـ تباعـد الصفـائـح :

تنشأ مناطق تباعد الصفائح عن عملية شد ناتج بسبب تحرك صفيحتين في اتجاهين متعاكسين مثل ابتعاد الصفيحة العربية عن الصفيحة الأفريقية وما نتج عن ذلك من نشأة أخدود البحر الأحمر وكذلك سلاسل جبال وسط المحيط الأطلسي، وتتميز هذه المناطق بوجود الصدوع العادية أو الرأسية، كما أن الزلازل التي تحدث بها ضحلة ولا يزيد عمقها عن (٣٠) كم.

٢ – التقـاء الصفـائـح :

تنشأ مناطق التقاء الصفائح عند تحرك صفيحتين باتجاه بعضهما البعض ليلتقيا معاً وتتصادما، ويحدث التصادم إما بين صفيحتين قاريتين أو بين صفيحتين إحداهما قارية والأخرى محيطية، وتتميز هذه المناطق بوجود الصدوع العكسية، ويمكن توضيح نوعي الاصطدام كما يلي :

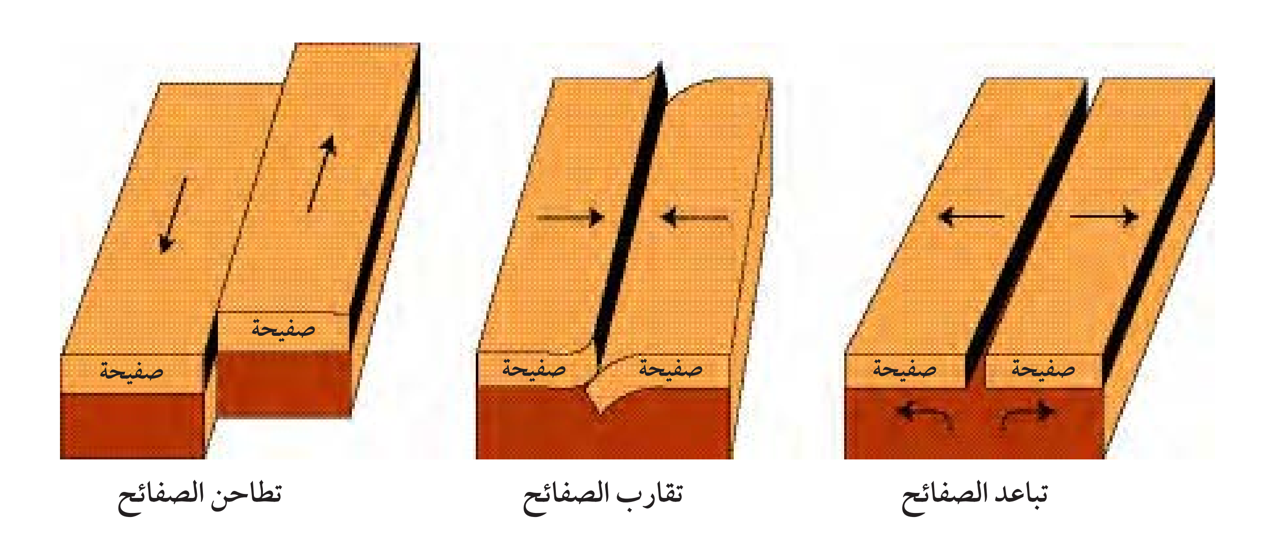
أ– قـاري – قـاري : حيث تختلف كثافة الصخور نسبياً بين الصفيحتين، ويؤدي اصطدامهما معاً إلى تكوين منطقة من السلاسل الجبلية الضخمة والمرتفعة مثل جبال الهيملايا في الهند وزاغرس في إيران، وتحدث الزلازل في هذه المنطقة على أعماق متوسطة تتراوح بين (٦٠) و(٣٠٠) كم.



ب- قاري - محيطي : حيث تختلف كثافة الصخور بين الصفيحتين، حين تضغط إحداهما على الأخرى وتغوص الصفيحة المحيطية الأكثر كثافة أسفل الصفيحة القارية الأقل كثافة. ويقطع طرف الصفيحة القارية أجزاء كبيرة من الصفيحة المحيطية عند نزولها الى طبقة الوشاح مكونة سلاسلاً جبلية مرتفعة مثل جبال الإنديز في أمريكا الجنوبية. وتتميز زلازل هذه المنطقة بأنها من النوع العميق حيث يتراوح عمقها بين (٣٠٠) و(٦٥٠) كم.

٣- انزلاق (تطاحن) الصفائح :

تنشأ مناطق انزلاق أو زحف الصفائح على شكل صدوع مستعرضة تؤدي إلى حركة صفيحتين إحداهما بموازاة الأخرى، حيث تتحرك الصفيحتان متماستان على جانبي الصدع محدثة تكسيراً أو تشوهاً في الصخور قد ينتج عنه اندفاعات بركانية وزلازل، وتحدث الزلازل في هذه المنطقة على أعماق ضحلة قد تصل إلى (٢٠) كم تقريباً، ومن أمثلة هذه المناطق خليج العقبة، صدع سانت أندرياس بولاية كاليفورنيا الأمريكية.



شكل (٦-٣) أنواع حركة الصفائح



أسباب حركة الصفائح :

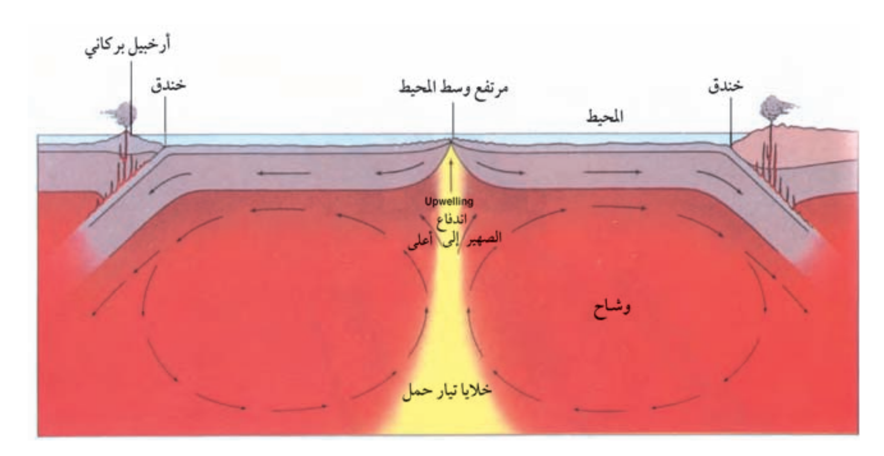
هناك دلائل تجعل العلماء يعتقدون بوجود تيارات حمل دورانية (Convectional Currents) في الصهارة الواقعة في منطقة الوشاح تحت القشرة الأرضية. وهذه التيارات تشبه تيارات الحمل التي تنشأ عند تسخين الماء مثلا. شكل (٦-٤).

حيث إن تيارات الحمل الدورانية هي الأساس الذي تعتمد عليه نظرية حركة الصفائح في تفسيرها لتحرك القارات ونموها وتكوين ملامحها البنائية كأحواض الترسيب والأحزمة الجبلية. فالصهارة في منطقة الوشاح هي في حالة مرنة، وذلك تحت تأثير متوازن من ضغط القشرة الأرضية وحرارة جوف الأرض.

وفي حال اختلال التوازن في مكان ما، كالتغير في الضغط أو الحرارة مثلا، ينشأ تيار حمل دوراني من مادة الوشاح الخارجي على شكل خلايا دائرية المقطع، مكونة :

١ـ **تيارات حمل هابطة :** حيث تدفع المواد من الجانبين نحو الوشاح في منطقة التقاء التيارات ، مما يقدم تفسيراً معقولاً لتكون أحواض الترسيب ومن ثم انخسافها .

٢ـ **تيارات حمل صاعدة :** حيث تدفع بالمواد من الوشاح إلى أعلى في منطقة افتراق التيارات، مما يقدم تفسيراً لتكون الجبال وسط الأطلسي وغيرها .



شكل (٦-٤) حركة تيارات الحمل الدورانية



نظريات أخرى تبحث في حركة القارات :

ليست نظرية حركة الصفائح هي النظرية الوحيدة التي تبحث في حركة القارات ولكن هناك نظريات أخرى، مثل :

١ـ نظرية الانجراف القاري. ٢ـ نظرية تقلص الأرض.

وسوف نتحدث بشكل موجز عن النظرية الأولى (نظرية الانجراف القاري) لأهميتها :

*** نظرية الانجراف القاري :**

نظرية الانجراف القاري للعالم الألماني ألفرد ويجنر التي ظهرت عام ١٩١٥ م ، وهي أول نظرية مهمة تبحث في عدم ثبات مواقع القارات. والدليل الذي أوحى لويجنر بهذه النظرية **هو التشابه الكبير في الحدود الخارجية للقارات، بحيث إنها لو اقتربت من بعضها لتلاحمت بانسجام مكونة قطعة أرض واحدة**، ويمكن تفسير هذه النظرية حالياً بنظرية الصفائح الأحدث منها.

وتفترض هذه النظرية أنه، **نظراً لاختلاف الكثافة بين مادة القارات، ومادة الوشاح، فإن القارات تطفو على الوشاح وتكون معرضة للتزحزح من أمكنتها.**

الأدلة المؤيدة لهذه النظرية تدور حول ما يلي :

١ـ**المناخ القديم** : تم العثور في صخور رسوبية تعود إلى دهر الحياة القديمة على أحافير شعب مرجانية، فحم ، رواسب ملحية في مناطق باردة تقع شمال كندا وسيبيريا . وهذه المواد جميعها لا تتكون إلا في مناطق استوائية أو مدارية ، مما يدل على أن مناطق سيبيريا وشمال كندا كانت في يوم من الأيام عند خط الاستواء .

٢ـ**الأحافير الحيوانية والنباتية** : بعض أحافير الزواحف تنحصر في القارات الجنوبية التي هي الآن معزولة تماماً عن بقية القارات، وهذه الزواحف من جنس واحد ولا تستطيع خوض المحيطات. واكتشفت كذلك أحافير أوراق وبذور نباتية معينة في القارات الجنوبية والهند فقط. وتدل هذه الاكتشافات على أنه كان هناك نوع ما من الاتصال بين القارات الجنوبية وعدم الاتصال بينها وبين القارات الشمالية.



٣- **خصائص الطبقات** : يتشابه التعاقب الطبقي لكل من القارات الجنوبية والهند دون الطبقات في بقية القارات مما يدل على كونها ترجع إلى حوض رسوبي واحد .

٤- **البناء الجيولوجي** : يرى الجيولوجيون أن حزام جبال ابلاش في أمريكا الشمالية مثلا، كانت امتداداً لحزام جبال كاليدونيا في شمال غرب أوروبا، وهذا يدل على أن أوروبا وأمريكا كانتا متلاصقتين.

٥- **الأثارالمغناطيسية** : يتشكل نطاق مغناطيسي حول الصخور التي تحتوي على معادن مغناطيسية، كالمجنتايت. وبقياس اتجاه المحور المغناطيسي للمعدن ودرجة انحرافه، يمكن تعيين الموقع التقريبي للقطب المغناطيسي للأرض عند تكون الصخر. وقد تمكن الباحثون بعد دراسة آلاف الآثار المغناطيسية من تعيين مواقع الأقطاب المغناطيسية لكل قارة بمفردها في مختلف العصور الجيولوجية.

ومن المآخذ على هذه النظرية أنها لم تبين القوة التي تحرك القارات بخلاف نظرية الصفائح التي أوضحت تلك القوى. كما تم شرحه سابقاً.

ولقد دلت الأبحاث المكثفة على أن القارات بدأت تتحرك منذ زمن بعيد. ولم تزل حتى يومنا هذا تتحرك بسرعة (٣) إلى (٧) سم في السنة، وهذا ليس بالقليل. وتأكيداً لهذا الرأي تدل دراسة آثار المغناطيسية القديمة أن أميركا الجنوبية كانت ملتحمة بأفريقيا، وأن أميركا الشمالية كانت ملتحمة بأوروبا، وبدأت تنفصل عنها منذ (١٨٠) مليون سنة فقط. وتتراوح سماكة الصفائح بين (٧٥) و(١٢٥) كلم.

بعض آثار حركة الصفائح :

خلق الله الجبال لتكون رواسي للأرض، تثبيتاً لها، لتكون مستقراً للجنس البشري، مصداقاً لقوله تعالى : ﴿ أَفَلَا يَنظُرُونَ إِلَى ٱلْإِبِلِ كَيْفَ خُلِقَتْ ﴿١٧﴾ وَإِلَى ٱلسَّمَآءِ كَيْفَ رُفِعَتْ ﴿١٨﴾ وَإِلَى ٱلْجِبَالِ كَيْفَ نُصِبَتْ ﴿١٩﴾ وَإِلَى ٱلْأَرْضِ كَيْفَ سُطِحَتْ ﴿٢٠﴾ ﴾ (الغاشية : ١٧-٢٠).

﴿ أَلَمْ نَجْعَلِ ٱلْأَرْضَ مِهَٰدًا ﴿٦﴾ وَٱلْجِبَالَ أَوْتَادًا ﴿٧﴾ ﴾ (النبأ : ٦-٧).

﴿ وَٱلْأَرْضَ بَعْدَ ذَٰلِكَ دَحَىٰهَآ ﴿٣٠﴾ أَخْرَجَ مِنْهَا مَآءَهَا وَمَرْعَىٰهَا ﴿٣١﴾ وَٱلْجِبَالَ أَرْسَىٰهَا ﴿٣٢﴾ ﴾ (النازعات : ٣٠-٣٢).



١ـ تكوّن الجبال و نظرية توازن أجزاء قشرة الأرض (Isostasy) :

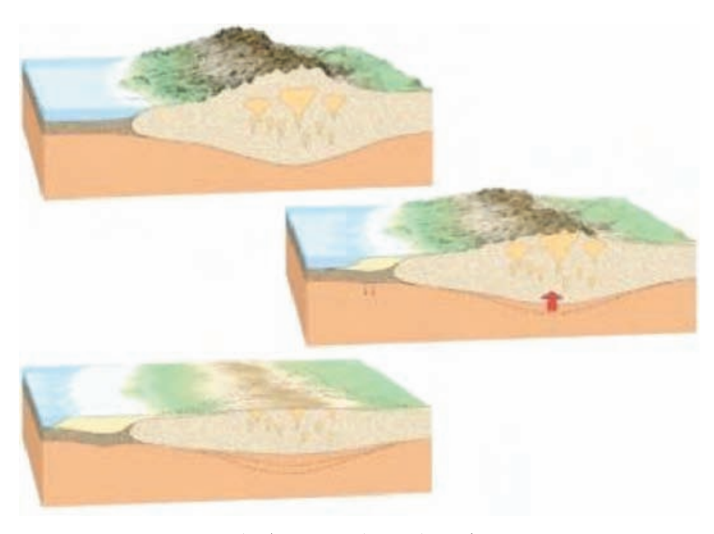
تتكون معظم سلاسل الجبال الطويلة على مقربة من ملتقى الصفائح . وهنا نعني بالجبال ، ليس فقط ما يبرز فوق القارات إنما أيضاً الجبال المغمورة بمياه البحار.

من الطبيعي أن يظهر تأثير عوامل التعرية على أشده في أعالي الجبال. فأول ما يزول من كل جبل هو قمته مما يجعل داخله يتكشّف تدريجياً. ومن جهة أخرى تدل الحسابات على أن عوامل التعرية قادرة على إزالة سلسلة جبال كاملة خلال عشرات الملايين من السنين، ونحن إذ نعلم أن عمر معظم الجبال الحالية يفوق مئات الملايين من السنين، نتساءل لماذا صمدت كل هذا الوقت؟

يسلّم العلماء بأن أفضل تفسير يجيب عن هذا السؤال تنطوي عليه نظرية توازن أجزاء قشرة الأرض (Isostasy).

نص نظرية (توازن أجزاء قشرة الأرض) :

تنص هذه النظرية على **أن الجبال مرنة تتحرك ببطء كجسم منفصل عائم، فكلما أزالت عوامل التعرية أعاليها، يخف وزنها، فترتفع جذورها وتبرد، وتتصلب طبقاتها السفلى فتجذب إليها مواداً خفيفة من الصهارة.** وهذه المواد غنية بمعادن الفلسبار والكوارتز التي يتركب منها الجرانيت، وهذا يشرح لنا كون نواة معظم الجبال مؤلفة من الجرانيت. وكلما تراكمت الرسوبيات في الأحواض ازداد الضغط على الأجزاء السفلى من القشرة، فتنصهر وتتحرك لتغذي جذور الجبال المنصهرة، وهذا ما يحصل عندما يغوص طرف إحدى الصفائح تحت صفيحة أخرى شكل (٦ – ٥).



شكل (٦–٥) نشوء الجبال

وبالنتيجة تُحدِثْ هذه العوامل ظاهرتين: إحداهما إنتاج الرسوبيات والأخرى انتقال الصهارة.



٢ـ الطيّات :

تعريفها : هي تجعدات في قشرة الأرض، ضمن الجبال عادة، يحدثها ضغط جانبي أو عمودي موجّه من الأسفل نحو السطح، ولا تظهر الطيّات إلا في المناطق الطبقية من القشرة.

أهمية دراسة الطيات : لدراسة الطيّات أهمية كبرى :

١ـ يستدل من وضع طبقات الصخور فيها على الأحداث الجيولوجية.

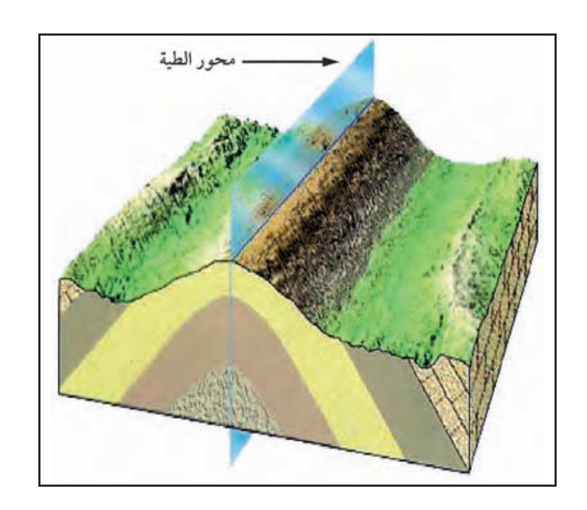
٢ـ معرفة العلاقات الزمنية بين الصخور.

٣ـ أماكن لتجمع النفط.

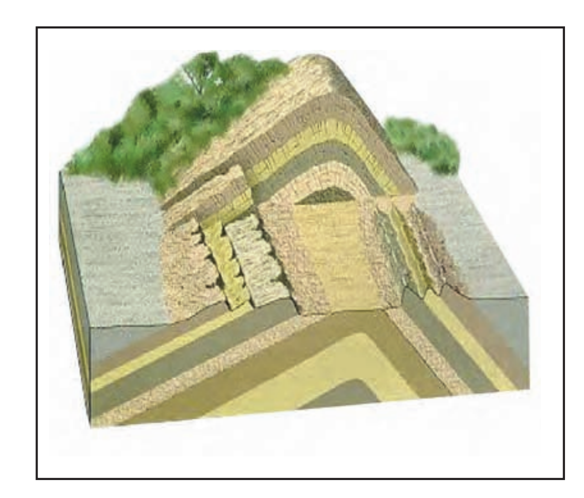
أنـواع الطيات : للطيّات أشكال مختلفة ولكن هناك نوعين رئيسين من الطيّات، هما :

النوع الأول : هو الطية المحدبة (Anticline). أما النوع الثاني : فهو الطية المقعرة (Syncline) شكل (٦-٨) ولكل طية محور. شكل (٦-٦).

أشكال الطيات : هناك طيّات متماثلة وطيّات غير متماثلة، ففي الطيّة المتماثلة يكون الميل على جانبي المحور متساوياً وعلى الزاوية نفسها. والطيّات المتماثلة تماماً نادرة في الطبيعة. أما أشكال الطيات غير المتماثلة فهي عديدة، ولكي تكوّن فكرة عن شكل الطية في الطبيعة انظر للشكل (٦-٨)، (٦-٩)، (٦-١٠).



شكل (٦-٦) يوضح محور الطية

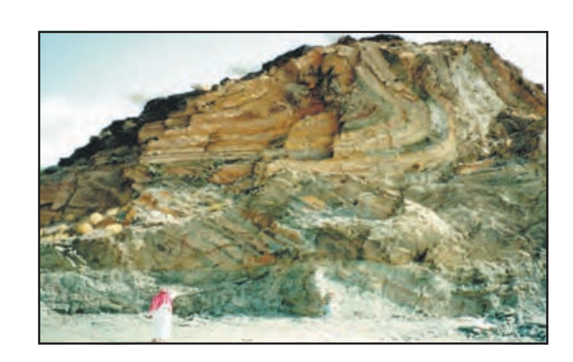


شكل (٦-٧) مقطع في طية











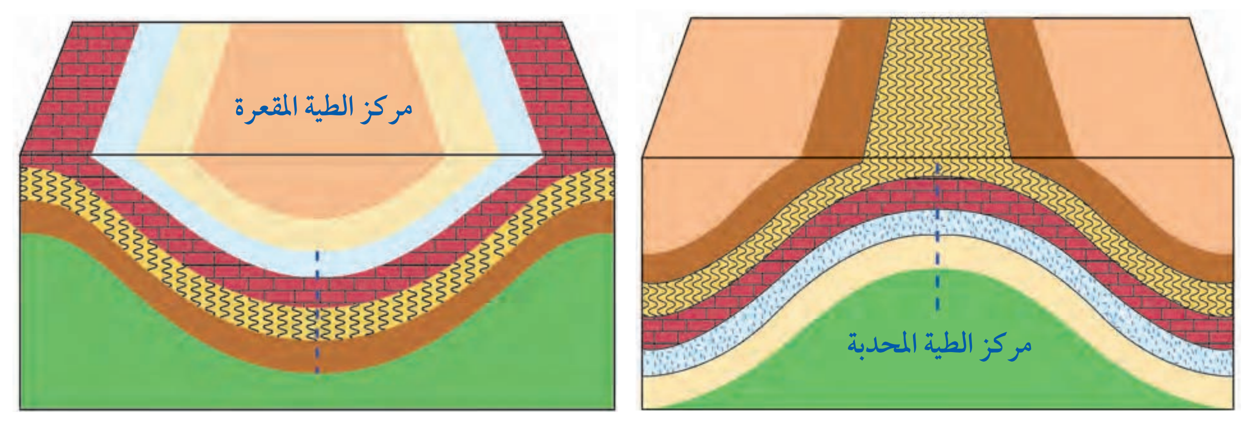


شكل (٦ – ٨) أشكال الطيات في الطبيعة





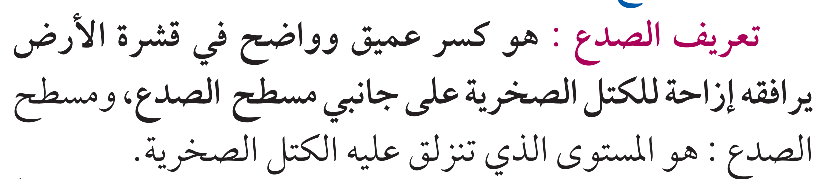
شكل (٦-٩) طية محدبة وطية مقعرة في الطبيعة



شكل(٦-١٠) يبين الفرق بين الطية المحدبة والطية المقعرة



٣ـ الصدوع Fault :



تعريف الصدع : هو كسر عميق وواضح في قشرة الأرض يرافقه إزاحة للكتل الصخرية على جانبي مسطح الصدع، ومسطح الصدع : هو المستوى الذي تنزلق عليه الكتل الصخرية.



شكل (٦-١١) صدع معكوس

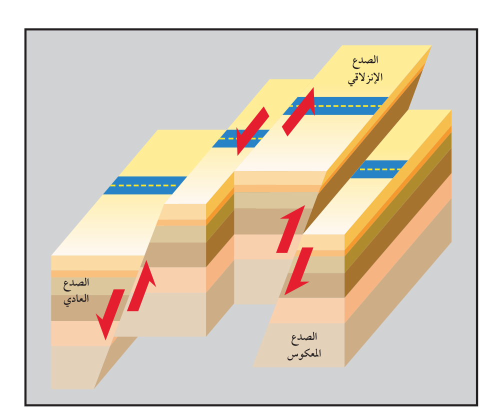
أهمية دراسة الصدوع : للصدوع (Faults) أهمية بالغة لأن عدداً كبيراً منها له علاقة مباشرة بمواقع النفط والمعادن الاقتصادية والفحم. وقد تظهر الصدوع على سطح الأرض ويمتد بعضها في الطول آلاف الكيلومترات وفي العمق عشرات الكليومترات. وبما أن العوامل المؤدية إلى حدوث الصدوع مختلفة، والقوى المسؤولة عن تكوّنها متعددة، فإن أشكال الصدوع وامتداداتها تختلف أيضاً.

أنواع الصدوع : أنواع الصدوع عديدة. شكل (٦-١١) ، (٦-١٢)، (٦-١٣)، ويمكن تصنيفها حسب اتجاه تحرك الكتلتين على جانبي اتجاه مسطح الصدع :

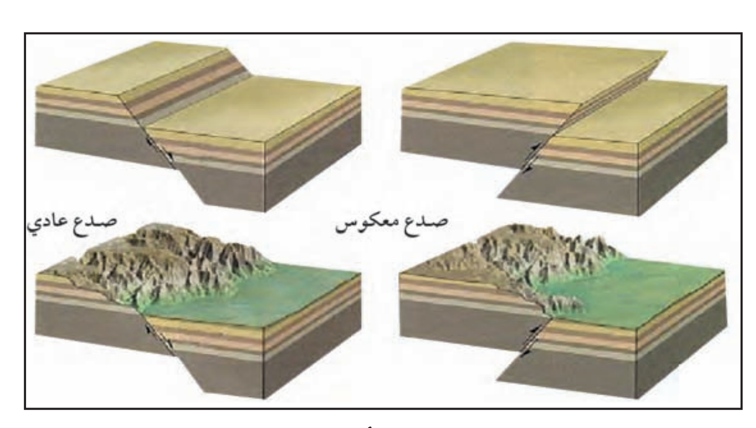
١ـ الصدع العادي.

٢ـ الصدع المعكوس.

٣ـ الصدع الانزلاقي.



شكل(٦-١٢) يوضح أهم أنواع الصدوع

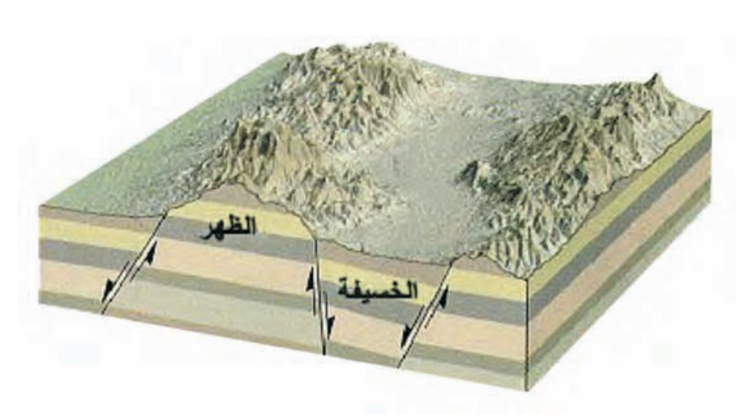


شكل(٦- ١٣) أنواع الصدوع



٤- الصدوع المركبة:

نصادف في الطبيعة أحياناً مجموعة من صدوع رئيسة تكوّن معالم بارزة في منطقة ما، ومن هذه المعالم «الظهر» (Horst)، «الخسيفة» (Graben) الظهر : كناية عن قطعة بارزة ومرتفعة من قشرة الأرض يحدها صدعان جانبيان. أما الخسيفة : فهي قطعة منخفضة من القشرة يحدها صدعان أيضاً، ويوجد مثال بارز عن ذلك في منطقة الرياض، مثل : ضرما، ووادي نساح، شكل (٦-١٤).



شكل (٦-١٤) يوضح كيفية تكون الظهر والخسيفة



للإطلاع :

المغناطيسية الأرضية القديمة :

سبب وجود مجال مغناطيسي للكرة الأرضية غير معروف بالضبط. فالقمر والمريخ والزهرة ليس لها مجالات مغناطيسية. ويعزو بعض العلماء وجود مجال مغناطيسي للأرض إلى حركات الحديد السائل المكون للطبقة الخارجية من النواة، ودوران الكرة الأرضية حول نفسها يسبب هذه الحركات ،وبذلك تصبح هذه النواة مثل المولد الكهربائي. فمن خواص المولدات تكوين مجالات مغناطيسية.

كما يلاحظ أن القطب المغناطيسي الشمالي لا يقع بالضبط مكان القطب الشمالي الجغرافي للكرة الأرضية. فالقطب الجغرافي يمثل على سطح الأرض مكان تقاطع محور دوران هذا الكوكب على نفسه . وبالرغم من أن تأثير المجال المغناطيسي للأرض على الصخور طفيف جداً ، فإن الطرق الحديثة المبتكرة قد تمكنت من قياس اتجاه ومقدار مغناطيسية هذه الصخور التي تتكون نتيجة لتأثير المجال المغناطيسي للأرض.



والمعروف أن لكل مادة صلبة قابلة للمغنطة درجة حرارة إذا وصلت اليها أو تعدتها فإن هذه المادة تفقد مجالها المغناطيسي. وتسمى هذه الدرجة من الحرارة نقطة كوري الخاصة لهذه المادة. فعندما يبرد صخر ناري ويصل إلى نقطة كوري يكتسب مغنطة خاصة به. ويكون اتجاه هذه المغنطة المكتسبة هو نفس اتجاه المجال المغناطيسي للأرض وقت تكوين الصخر الناري. أما بشأن الصخور الرسوبية، فيمكن أن تحوي أثناء ترسيبها نسبة قليلة من المعادن الممغنطة، ومن هذه المعادن كثير من أكاسيد الحديد مثل الماجنتيت. وفي العادة تتخذ هذه المعادن اتجاهاً موازياً للمجال المغناطيسي للأرض أثناء ترسيب الصخر الرسوبي، وبذلك يكون هذا الصخر ممغنطاً مغنطة قليلة ولكن يمكن قياسها.

والصخور التي تحوي معادن ممغنطة ولكن ليس لها أي اتجاه معين تبدو غير مغناطيسية. ويمكن أن تحافظ الصخور على مغناطيسيتها فترات طويلة من الزمن ما دامت لا تتعرض لحرارة تفوق نقطة كوري.

وقام العلماء بدراسة تغيرات مغناطيسية الأرض أثناء التاريخ الجيولوجي بقياس مغناطيسية صخور تكونت أثناء فترات زمنية مختلفة. ويمكن أحياناً تحديد العمر المطلق لهذه الصخور باستعمال النظائر المشعة التي توجد فيها. والنظائر المشعة التي تستعمل في هذا الغرض هي اليورانيوم أو البوتاسيوم المشعان. وفي أحيان أخرى يمكن تحديد عمر الصخور المستعملة في دراسة المغناطيسية القديمة للأرض بواسطة الحفريات.

وقد بينت القياسات العديدة لمغناطيسية صخور مختلفة العمر أن اتجاه المجال المغناطيسي الشمالي قد انقلب تماما، وأصبح مكان القطب الجنوبي عدة مرات (٧٨ مرة) في الثمانين مليون عام الأخيرة لتاريخ كوكبنا. وقد انقلب المجال المغناطيسي تسع مرات أثناء ملايين السنين الأربع الأخيرة .

*****

﴿ وَٱلْأَرْضِ ذَاتِ ٱلصَّدْعِ ﴿١٢﴾ ﴾ **(الطارق : ١٢)**.

تأتي هذه الآية الكريمة في صيغة قسم، وبالتالي نفهم أن هذا القسم إشارة إلى أهمية ما يُقسم الله تعالى به، ونتساءل إزاء هذه الآية: ما هي أهمية وجود صدوع في كرتنا الأرضية؟

اكتشف علماء الجيولوجيا أن الطبقة الصخرية الخارجية للكرة الأرضية والمعروفة بالليثوسفير (lithosphere) (القشرة والجزء الخارجي من الوشاح) مقسمة بشبكة من الصدوع العميقة إلى اثني



عشر لوحًا (plate) صلبًا، بالإضافة إلى عدة ألواح صغيرة تسمى لويحات (microplates or platelets) تطفو هذه الألواح على طبقة شبه منصهرة معروفة بالأثنوسفير (asthenosphere) أي الطبقة الضعيفة، وتتحرك بحرية نحو بعضها البعض أو بعيدًا عن بعضها البعض أو متجاورة بعضها البعض. وتعتبر الصدوع التي تقطع القشرة الصخرية الخارجية من الأرض لعشرات الآلاف من الكيلو مترات، وفي جميع الاتجاهات، ولأعماق تصل إلى ما بين (٦٥) إلى (١٥٠) كم من أبرز علامات الكرة الأرضية، لم تكتشف هذه الصدوع إلا بعد الحرب العالمية الثانية، وتم شرحها من خلال نظرية الألواح الحركية التي تم صياغتها في أواخر الستينيات وأوائل السبعينيات من القرن الماضي، تشكل هذه الصدوع شبكة من المناطق الصدعية تحيط بالكرة الأرضية، و تمثل هذه الصدوع ممرات لهروب الحرارة المحبوسة تحت طبقة الليثوسفير ولتدفق الصهارات. وبعد استكمال عملية الفصل هذه كُوِّنَت قاراتنا الحالية كما نعرفها، التي ما زالت واقعة تحت تأثير فصل مستمر، سمي الصدع الأصلي بصدع المنتصف الأطلنطي Mid-Atlantic Ridge، الذي ما زال يمثل موقعاً نشطاً لتصبب البازلت مثله مثل الكثير من مناطق الصدوع التي يحدث على طولها عمليات انتشار ونمو قيعان المحيطات. توجد على القارات جبال بركانية عديدة مثل جبل آرارات (٥١٠٠ متر فوق سطح البحر) جبل أتنا (٣٣٠٠) متر فوق سطح البحر، جبل فسوفيس (١٣٠٠ متر) وكيليمانجارو (٥٩٠٠ متر) وكينيا (٥١٠٠ متر) هذه الجبال البركانية مرتبطة بشبكات تصدع عميقة داخل فوهاتها تخترق سمك الليثوسفير لتصل بالأثنوسفير والتي تسبب ـ بالتالي ـ تجزيء القارات الحالية إلى كتل أرضية أصغر نسبيًا.

إن هذه الشبكة العظيمة من أنظمة الصدوع التي تحيط بالكرة الأرضية لعشرات الآلاف من الكيلو مترات وفي جميع الاتجاهات تعتبر من أبرز علامات الكرة الأرضية، ولم تكن كرتنا الأرضية قابلة للسكنى دونها، والسبب في ذلك هو أن هذه الصدوع كانت وما زالت سبباً في تسرب الغازات من الغلاف الجوي والغلاف المائي للكرة الأرضية، كما أنها سبباً في تكوين وتكسير القارات وتكوين الجبال وإخصاب القشرة بمعادن جديدة بشكل منتظم وفي تحريك ألواح الليثوسفير، وبالتالي إطلاق الحرارة الكامنة داخل الكرة الأرضية بشكل تدريجي وعليه يعتبر سبق القرآن الكريم بمعلومة ثابتة بارزة كهذه من أكثر من (١٤) قرناً كإحدى علامات الإعجاز العلمي في القرآن الكريم .

*** د. زغلول النجار (بتصرف)**







التقـويـم :

ما مفهوم حركة الصفائح ؟

٢) تنقسم الصفائح إلى نوعين، اذكرهما.

٣) عدد أنوع حركات الصفائح.

٤) حدد نوع حركة الصفائح لكل من :

أ- البحر الأحمر　　ب- المحيط الهادي　　ج- الهند

٥) ما أسباب حركة الصفائح ؟

٦) قارن بين تيارات الحمل الدورانية الهابطة وتيارات الحمل الدورانية الصاعدة؟

٧) عدِّد الأدلة المؤيدة لنظرية الانجراف القاري.

٨) ما الآثار المترتبة على حركة الصفائح؟

٩) أذكر نص نظرية توازن أجزاء القشرة الأرضية؟

١٠) عرف كل من :

أ- الطيات.　　ب- الصدوع.

١١) (لدراسة الطيات أهمية اقتصادية كبيرة) اشرح هذه العبارة؟

١٢) متى يمكن أن نطلق على طية أنها متماثلة أو غير متماثلة.

١٣) ارسم كلاً مما يلي :

أ- طية محدبة متماثلة　　ب- طية مقعرة غير متماثلة.

١٤) عرف الصدع مع توضيح أهميته الاقتصادية؟

١٥) قارن بين الظهر والخسيفة؟





مواقع الإنترنت :

http://www.ucmp.berkeley.edu/geology/tectonics.html
حركة الصفائح عبر الزمن الجيولوجي الطويل.

http://www.seismo.unr.edu/ftp/pub/louie/class/100/plate-tectonics.html
حركة الصفائح والزلازل.

http://www.itis-molinari.mi.it/Introduction.html
مقدمة عن حركة الصفائح.

http://geology.er.usgs.gov/eastern/tectonic.html
معلومات عن حركة الصفائح .

http://www.schoolarabia.net/3loom_al2ard/gio/denamet_al2rd/sfa2eh_theory/anwa3_haraket_alsfaih.htm
.أنواع حركات الصفائح

الموضوع السابع

الزلازل



الأهداف الرئيسة لتدريس هذا الموضوع :

أخي الطالب : من خلال دراستك لهذا الموضوع يتوقع منك أن تكون قادراً على :

١ـ بيان قدرة الخالق سبحانه في حدوث الزلازل.
٢ـ تحديد مفهوم الزلازل .
٣ـ وصف التأثير الجيولوجي للزلازل .
٤ـ تعداد أنوع الموجات الزلزالية ومميزاتها .
٥ـ المقارنة بين مقياس (ميركالي) وبين مقياس (ريختر).
٦ـ تحديد أماكن حدوث الزلازل في العالم .
٧ـ تعليل النشاط الزلزالي للمنطقة الشمالية الغربية في المملكة العربية السعودية.
٨ـ تعداد أسباب حدوث الزلازل.
٩ـ تصنيف الزلازل من حيث النشأة.





الـزلازل



من آيات الله في الكون :

﴿ إِذَا زُلْزِلَتِ ٱلْأَرْضُ زِلْزَالَهَا ۝١ وَأَخْرَجَتِ ٱلْأَرْضُ أَثْقَالَهَا ۝٢ ﴾ (الزلزلة: ١-٢)

سورة الزلزلة واحدة من أكثر سور القرآن الكريم تأثيراً في القلوب الواعية منها والغافلة، ومن أشدها تحذيراً وتنبيها للنفس البشرية بما تسوقه من صورة لمشهد عظيم من مشاهد يوم القيامة التي تتنوع وتتعدد مبشرة الأتقياء بنعيم مقيم، ومحذرة الأشقياء من عذاب أليم، ومؤكدة أن عمل الخير أو الشر مهما تضاءل سيجزي به الإنسان وأن الحساب والوزن والجزاء لن يترك صغيرة ولا كبيرة إلا ويحصيها، قال تعالى :

﴿ فَمَن يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ خَيْرًا يَرَهُۥ ۝٧ وَمَن يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ شَرًّا يَرَهُۥ ۝٨ ﴾

تبدأ السورة بربط ظاهرتين عرفهما الناس في حياتهم الدنيا واعتبروهما من الكوارث الطبيعية الزلازل والبراكين نظراً لما تحدثانه من هلاك ودمار وما تبثانه من هلع وذعر. ومن المثير للتأمل والتدبر أن أول آيتين في السورة قد أوردا إشارتين علميتين في غاية الأهمية لم يتوصل العلم إليهما بشكل قطعي إلا في منتصف هذا القرن، وبعد تجميع كم هائل من القياسات والبيانات من كافة أنحاء العالم استخدم في الحصول عليها أدق الأجهزة العلمية وأكثرها حساسية، وما كان يمكن لبشر في زمن محمد عليه الصلاة والسلام أن يصل إلي أي منها.

* الإشارة العلمية الأولي هي الربط بين ظاهرتي الزلازل والبراكين.
* الإشارة العلمية الثانية هي أن مكونات جوف الأرض أثقل من مكوناتها السطحية.

ويجب أن لا يغيب عنا قبل دراسة هذه الظواهر الكونية، أنها من جند الله، التي يسخرها عقابًا للمذنبين، وابتلاءً للصالحين، وعبرة للناجين، وأن فهمنا لميكانيكية حدوث أي من هذه الظواهر لا يخرجها من كونها جندًا لله. فتعالى الله أحسن الخالقين.





الزلازل وتأثيرها :

الزلازل هي أخطر العوامل الطبيعية التي تهدد حياة الإنسان وعمران بلاده، وهي من آيات الله التي لا قوة للإنسان عليها. صحيح أن الوسائل العلمية أصبحت تساعد على تحديد المواقع المعرضة للزلازل، لكن ليس بمقدور العلم أن يمنع حدوث الزلازل، ومن الصعب هجر تلك الأماكن. فاليابان مثلاً، معرضة باستمرار للزلازل العنيفة، مما دعا السكان إلى الاحتياط من ذلك باتباع أسلوب بناء مقاوم للزلازل.

إن قشرة الأرض في حالة اهتزاز دائم في كل مكان، ولكن هناك تفاوتاً كبيراً في قوة الاهتزازات. حيث يسجَّل سنوياً أكثر من نصف مليون اهتزاز ملحوظ في أمكنة السكن في العالم، بينها أكثر من مائة اهتزاز قوي، **والزلازل هي اهتزازات طبيعية مباغتة وقوية لقشرة الأرض تدوم أقل من دقيقة غالباً**، وتشمل منطقة تتسع وفق قوة الزلازل. وزيادة في الشمول يمكن القول إن كل اهتزاز طبيعي يحدث في سطح الأرض. مهما كانت قوته، يدخل في تعريف الزلازل.

تحدث الزلازل القوية خراباً ويشعر بها الإنسان، ولكن معظم الاهتزازات الأرضية لا يمكن رصدها إلا بواسطة أجهزة دقيقة وحساسة، لأن قوتها لا تكفي للتأثير على حواسنا بشكل مباشر أو غير مباشر.

التأثير الجيولوجي للزلازل :

نتيجة للحركات التي تسببها الهزات الزلزالية تحدث تغيرات مهمة على سطح الأرض تقسم إلى قسمين :

١ـ تغيرات مرافقة للهزات الزلزالية :

أ ـ الشقوق :

وهي أكثر الأشكال مرافقة للهزات الزلزالية ، وتشاهد في كل أنواع الزلازل.

وتتجلى الشقوق واضحة في المباني السكنية والمنشآت، وتمثل السبب المباشر لسقوطها وانهيارها. وكثيراً ما تتعرض القشرة الأرضية للحركة عبر هذه الشقوق. ويبلغ عمق بعض الشقوق من ١٠ – ١٢ متراً وعرضه من ٤ –٥ أمتار، وطولها يمتد أحياناً إلى عشرات الكيلومترات.



ب ـ الانهدامات (الهبوط) :

حيث قد يؤدي تقاطع العديد من الشقوق إلى حدوث هبوط جزء من القشرة الأرضية. وقد تتسم بعض مناطق الهبوط بعمقها الكبير . ففي زلزال (١٩٢٣) المدمر، والذي حدث في اليابان، انخفض قاع خليج ساغامي بمقدار ٣٠٠ - ٤٠٠ متر.

جـ الارتفاعات :

لا تؤدي الهزات الزلزالية إلى هبوط سطح الأرض فقط ، بل إنها في كثير من الحالات تسبب ارتفاع قطع من الأرض مقارنة بما يجاورها من أماكن . ففي زلزال آسيا الوسطى (١٩١١) الذي تم في حوض نهر أغاصور ارتفعت حافة أحد الصدوع نحو (١٠) أمتار، وبامتداد (١٥٠) كلم ، وذلك على شكل جرف شديد الانحدار.

٢ـ تغيرات بعد حدوث الهزات الزلزالية :

أ ـ الانهيارات الصخرية :

وتكثر في المناطق الجبلية ، إذ نرى كتلاً صخرية كبيرة تندفع نحو الأسفل، وقد يهبط جزء كامل من سفح شديد الانحدار محدثاً أصواتاً مرعبة ومدمراً كل ما يصادفه في طريقه أو يقع تحته.

ب ـ تكون الينابيع :

كثيرا ما تتقاطع الشقوق في باطن الأرض مع خزانات المياه الجوفية، فتتغلغل المياه عبر الشقوق نحو السطح مكونة بذلك ينابيع جديدة، وقد يؤدي الأمر إلى اختفاء ينابيع سابقة.

ج ـ الانزلاقات :

تزداد فعالية عمليات الانزلاق الترابي والصخري في فترات الزلازل ، وقد أدت الانزلاقات في الصين سنة (١٩٢٠) إلى هلاك أكثر من ٢٠٠ ألف إنسان. ومثل هذه الانزلاقات والانهيارات تغير كثيرا من ملامح المظهر التضاريسي. ولا يقتصر تكونها على اليابسة بل أنها قد تتكون في قيعان المحيطات خاصة مناطق السفوح القارية.



د- الأمواج المحيطية الزلزالية (التسونامي Tsunami) :

لا يقتصر تكون البؤر الزلزالية في القارات فقط، وإنما في قيعان البحار والمحيطات. ونتيجة لذلك تتكون أمواج عالية يصل ارتفاعها الى ٣٠ متراً مسببة أضراراً مادية جسيمة جداً للمناطق الساحلية. وقد شكل زلزال تشيلي الذي حدث عام (١٩٦٠م) موجة هائلة وعارمة في المحيط الهادي نتج عنها دمار هائل في تشيلي وفي أماكن أخرى بعيدة عنها كجزر هاواي واليابان. والتسونامي تسمية يابانية تعني موجة الميناء.



فكـر:

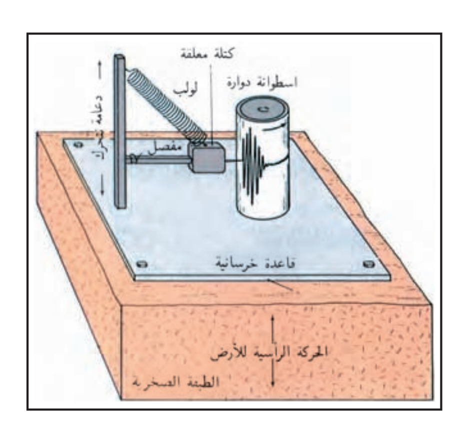
هل يمكن للإنسان بما وهبه الله من علم أن ينتج هزة زلزالية؟ وما هي الفائدة المرجوه منها ؟

تسجيل الاهتزازات الزلزالية :

١- الأجهزة الزلزالية :

هناك نوعان من هذه الأجهزة : **مسجلات الاهتزازات العمودية، ومسجلات الاهتزازات الأفقية.** ومبدأ عمل هذه الأجهزة بسيط. فهي تتألف من جسم ثقيل متحرك، معلق بنابض مرن، ويحمل في طرفه قلماً يسجل على ورقة تتحرك بانتظام. أما الأجهزة الحديثة لتسجيل الزلازل فإنها معقدة جداً وهي كهربائية وآلية في الوقت نفسه. شكل (٧-١).





شكل (٧-١) جهاز الزلازل



الموجات الزلزالية :

يتولد عن حدوث الزلزال في نقطة ما في الأرض نوعان من الموجات الزلزالية المرنة، تنتشر في جميع الاتجاهات مبتعدة عن موقعه، **وتسمى النقطة التي تنطلق منها الحركة داخل الأرض «بؤرة الزلزال Hypocenter» بينما تسمى النقطة على سطح الأرض الواقعة مباشرة فوق بؤرة الزلازل بـ «مركز الزلزال السطحي Epicenter» وتعرف المسافة العمودية بين مركز الزلزال وبؤرته بـ «عمق الهزة Focal Depth»**.

وعليه يمكن تقسيم الموجات الزلزالية إلى :

١ـ الموجات الداخلية Body Waves :

تعرف الموجات الزلزالية الداخلية بأنها الموجات التي تنفذ من خلال جسم الأرض لتظهر في مناطق أخرى على سطحها، وتنقسم الموجات الداخلية إلى نوعين، هما :

أ ـ الموجات الأولية (P-Waves) : حيث تنتشر هذه الموجات خلال الأجسام الصلبة والسائلة والغازية في صورة تضاغطات وتخلخلات متوالية ، تتميز بأنها ذات ذبذبات قصيرة، وتسير بسرعة عالية؛ ولذا فإنها تصل إلى أجهزة رصد الزلازل قبل غيرها من الموجات الأخرى، كما أنها عند وصولها إلى سطح الأرض ـ قادمة من العمق ـ يتحول جزء منها إلى موجات صوتية في الهواء يمكن للإنسان سماعها عند ذبذبات معينة (تزيد عن ١٥ ذبذبة في الثانية).

ب ـ الموجات الثانوية (S-Waves) : وتسمى أيضاً الموجات القصيرة وتنتقل في الأجسام الصلبة فقط عن طريق الاهتزاز من جانب إلى آخر، وكأنها تقوم بإزاحة الصخر في اتجاه عمودي على اتجاه حركتها وهي ذات سرعات منخفضة وتصل إلى أجهزة الرصد بعد الموجات الأولية ولذا تسمى بالموجات الثانوية.

وتستخدم الموجات الداخلية (الأولية والثانوية) في إعطاء صورة واضحة عن التركيب الداخلي للأرض، وتحديد مركز الزلزال وبؤرته. وتتوقف سرعة الموجات الأولية والثانوية على كثافة وخواص الصخور.



٢ـ الموجات السطحية Surface Waves :

تعدُّ الموجات السطحية الأكثر تدميراً ، وهي تنتقل بالقرب من سطح الأرض دون أن تمر إلى جوفها، وهي أبطأ أنواع الموجات الزلزالية وآخر ما يتم التقاطه على أجهزة الرصد. وتقسم الموجات السطحية إلى نوعين، هما :

أ ـ **موجة لوف** : وتم تسميتها نسبة إلى العالم لوف (Love) الذي اكتشفها ، وينتج عنها ذبذبات تشبه ذبذبات الموجة الثانوية، ولكن في الاتجاه الأفقي فقط.

ب ـ **موجة رالي** : وتمت تسميتها نسبة إلى العالم السويدي رالي (Rayleigh) الذي أكتشفها وهي تشبه أمواج البحر الدائرية في تحريكها للماء ، وتعمل هذه الموجة على تحريك الأشياء في المستويين الأفقي والرأسي في اتجاه عمودي على اتجاه الموجة.

وتتجلى أهمية الموجات السطحية في قدرتها التدميرية، بينما تكمن أهمية الأمواج الأولية والثانوية في قدرتها على إجلاء الصورة الواضحة عن المكونات الداخلية للأرض، وكذلك في تحديد بؤرة الزلزال.



للإطلاع :

تقسيم الزلازل حسب العمق :

لقد توصل العلماء عن طريق وصول الأمواج الزلزالية من بؤرة الزلزال إلى محطات الرصد من تحديد مواقعها وتحديد أعماق البؤرة الزلزالية وقياس شدتها. وعليه فقد أمكن تقسيم الزلازل استناداً على العمق، إلى :

١ـ زلازل ضحلة العمق يصل عمقها إلى ٧٠ كم من سطح الأرض.

٢ـ زلازل متوسطة العمق يتراوح عمقها ما بين ٧٠- ٣٠٠ كم.

٣ـ زلازل عميقة يتراوح عمقها ما بين ٣٠٠ - ٦٧٠ كم.



٣ـ مقاييس الزلازل :

أ ـ الشدة الزلزالية Earthquake Intensity : لقد قامت عدة محاولات لقياس شدة الزلازل اعتماداً على حجم التأثيرات ونوعيتها ومقدار الدمار، ومن تلك المحاولات ما قام به عالم البراكين الإيطالي ميركالي (Mercalli) عام ١٨٨٧ م من وضعه مقياساً وصفياً من ثماني درجات ثم طور هذا المقياس إلى ١٢ درجة عام ١٩٣١ م. حيث تكون الشدة مختلفة حسب القرب والبعد عن البؤرة، فالمناطق الواقعة فوق بؤرة الزلازل تكون الشدة فيها أعلى من المناطق البعيدة عن البؤرة.



شكل (٧-٢) مرصد الزلازل في مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

إن للشدة الزلزالية أهمية كبيرة حيث يمكن أن تستخدم في رسم خرائط تساوي الشدة وتزودنا مثل هذه الخرائط بمعلومات عن أقصى شدة للهزة المحتملة، وعن طبيعة الاهتزازات الأرضية، وتأثير الطبقات الصخرية للجيولوجية التحتية والتربة السطحية على شدة الهزة . كما استخدمت الشدة الزلزالية أيضاً في دراسة المخاطر الزلزالية؛ حيث تستخدم الشدة العظمى عند المركز السطحي أو تستخدم الشدة في أية نقطة لبناء خرائط تقسيم زلزالي يمكن أن نتوقع منها أقصى شدة للهزة محتملة الوقوع.



ب ـ القدر الزلزالي Earthquake Magnitude : لكي نتمكن من المقارنة بين الزلازل في كافة أنحاء العالم لا بد من إيجاد مقياس لا يعتمد على كثافة السكان أو نوع المنشآت ، ولكن مقياس كمي ينطبق على الزلازل في أي مكان. وكان أول مقياس للقدر الزلزالي على مستوى العالمي هو الذي استخدمه العالم الياباني واداتي (Wadati) في عام ١٩٣١م، ثم قام العالم ريختر (Richter) بتطويره عام ١٩٣٦م اعتماداً على قياس اتساع موجة الزلزال طبقاً لقياسها بآلة التسجيل المعروفة بالسيزموجراف.

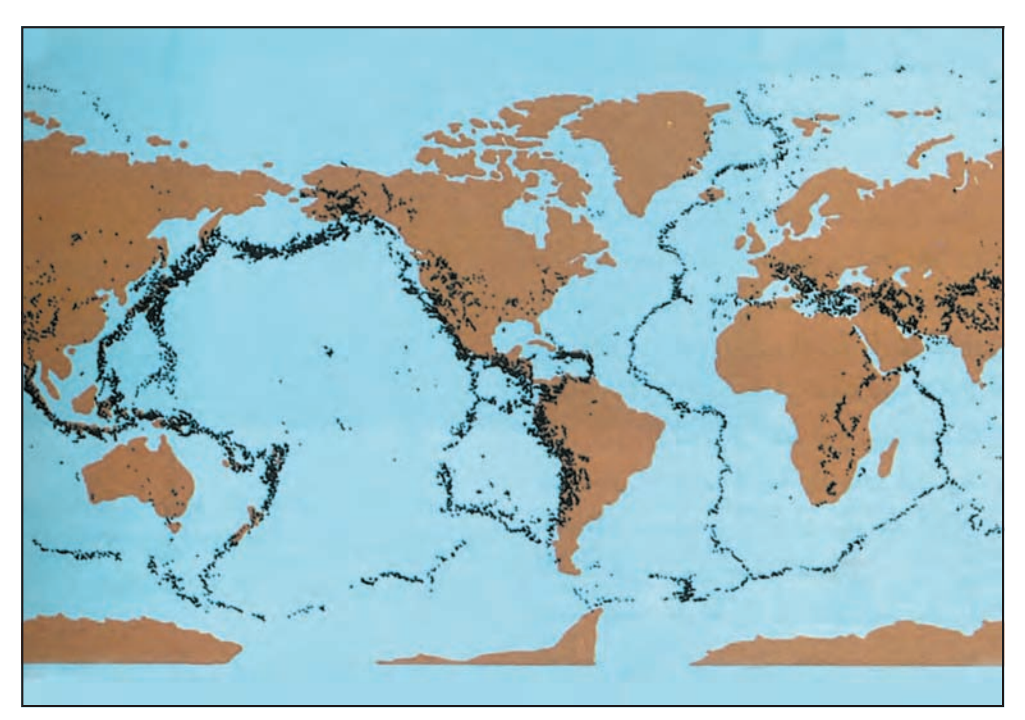
وعُرف المقدار الزلزالي بأنه عبارة عن رقم لوغاريتمي عشري اشتق من معرفة سعة أكبر حركة أرضية. ولا يوجد في مقياس ريختر حد أعلى أو حد أدنى، ولو أن أقصى درجة سجلها المقياس كانت (٩ , ٨)، وأن تزايد درجة واحدة في القدر يعني تضاعف في حركة الأرض عشر مرات وانطلاق طاقة أكبر بـ (٣٠) مرة، وهكذا فإن زلزالاً قدره (٦) سيطلق طاقة أكبر بـ (٣٠) مرة من زلزال قدره (٥) وأكبر بـ (٩٠٠) مرة من زلزال قدره (٤).

وهناك ارتباط نسبي بين القدر الزلزالي (M) والشدة الزلزالية (I) ، فكلما زادت الشدة في منطقة ما فان هذا يعني أن القدر الزلزالي مرتفع . ويرتبط الحد الأعلى للشدة الزلزالية بالقدر الزلزالي على النحو المبين بالجدول (٧-١) :

الحد الأعلى للشدة الزلزالية	القدر الزلزالي	التـأثير
٢-٣	٣	اهتزاز الأشياء المعلقة.
٤-٥	٤	الأضرار محلية ويشعر بها من بداخل المباني.
٦-٧	٥	بعض الأضرار في المباني و يشعر بها الجميع.
٧-٨	٦	أضرار في المناطق الآهلة بالسكان والمباني العادية تتحطم.
٩-١٠	٧	تحطم المباني -تشققات كبيرة - انحناء قضبان السكك الحديدية.
١١-١٢	٨	دمار كامل - تحطم الجسور.

جدول (٧-١) الارتباط بين الشدة والقدر الزلزالي





شكل (٧-٣) التوزيع العالمي للزلازل خلال تسع سنوات



أسباب الزلازل :

يتفق علماء الأرض على أن الزلازل مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بحركية قشرة الأرض، وذلك يعني أن المناطق التي تشهد تحركات عمودية أو أفقية تكون مسرحاً للزلازل، ويلاحظ أن الزلازل كثيفة في مناطق الجبال الحديثة التي ما زالت في طور التكوين، وفي المناطق البركانية.

وهناك أنواع من الزلازل من حيث النشأة :

١- الزلازل الحركية، وهي الأهم.

٢- الزلازل البركانية.

٣- الزلازل الناتجة عن التفجيرات والانهيارات الأرضية.



وفي كل الأحوال يعبِّر كل زلزال عنيف عن تصدع كبير ومفاجئ في نقطة ما من قشرة الأرض.
فما هي الأسباب التي يمكن أن تحدث تصدعاً مفاجئاً؟
هناك ثلاث حالات يمكن أن تحدث تصدعات تسبب الزلازل :

أ) ضغط جانبي على صفيحة من قشرة الأرض محدودة بصدعين. يولّد هذا الضغط توتراً في الصفيحة يأخذ في الازدياد إلى أن تنفصم فيحدث زلزال شديد، أو زلازل متعددة متتالية وتشققات في الأرض.

ب) ضغط جانبي على سطحي صفيحة ينتج عنه صدع رئيس وتشققات عديدة.

جـ) تطاحن بين صفيحتين متحركتين باتجاه معاكس ينجم عنه توتر نابض في بعض النقاط. وعندما يزداد الضغط ويقوى على مقاومة الأماكن المتوترة تزحف الصفيحتان فتحدث زلازل متتابعة.



الأحزمة الزلزالية في العالم :

أول ملاحظة تجدر الإشارة إليها هي أن المناطق البركانية غالباً معرضة للزلازل. وتتوافق مناطق الزلازل مع مواقع الجبال حديثة التكوين والأغوار البحرية العميقة، ويلاحظ أن مواقع الزلازل تكثر حول حوض المحيط الهادي، وفي وسط المحيط الأطلسي، وفي مناطق جبال الألب والقوقاز والهملايا وفي جزر الأنتيل.

معظم أرجاء المملكة العربية السعودية غير معرض للزلازل ما عدا المنطقة الشمالية الغربية والجنوبية الغربية، وذلك لاقترابها من الفالق الكبير الذي يجتاز البحر الأحمر ويمتد عبر البحر الميت إلى جبل الشيخ في لبنان وسوريا حتى جنوب تركيا. وهذا الفالق متحرك منذ عهد بعيد وهو المسؤول عن معظم الزلازل التي شهدتها هذه المنطقة منذ القدم، وأقدم الزلازل المعروفة ترجع إلى سنة ١٣٦٥ قبل الميلاد، امتدت آثارها من أنطاكيا إلى حيفا بمحاذاة الشواطئ. كذلك هُدمت مدينة صيدا في لبنان سنة ٥٢٥ قبل الميلاد من جراء زلزال عنيف. وقد حدثت بعد ذلك زلازل عديدة عنيفة نذكر أهمها في جدول (٧-٢).



السنة	المنطقة المتأثرة	عدد القتلى بالآلاف	السنة	المنطقة المتأثرة	عدد القتلى بالآلاف
١٩٧٦	الصين (تانغ شان)	٦٥٠	١٩٧٦	جواتيمالا	٢٣
١٩٢٠	الصين (كانو)	١٨٠	١٩٧٨	إيران	٢٠
١٩٢٣	اليابان (كوانتو)	١٤٣	١٩٦٠	مراكش (أغادير)	١٤
١٩٤٨	إيران - تركيا	١١٠	١٩٦٨	إيران	١١,٦
١٩٣٢	الصين (كانو)	٧٠	١٩٦٠	تشيلي	٧,٥
١٩٧٠	بيرو	٦٦	١٩٨٥	المكسيك	٦,٥
١٩٧١	سان فرناندو - كاليفورنيا	٦٥	١٩٩٥	اليابان (كوبي)	٥,١
١٩٨٩	لوماميرتيا-كاليفورنيا	٦٣	١٩٨٠	الجزائر	٣
١٩٣٥	الهند(كوتا)	٦٠	١٩٨٢	اليمن	٢,٨
١٩٣٩	تركيا	٣٣	١٩٨٣	تركيا	٢,٧
١٩٣٩	الصين (خيلان)	٣٠	١٩٥٤	الجزائر	١,٤

جدول (٧-٢) يبين بعض أهم الزلازل التي وقعت في العالم مرتبة حسب الخسائر في الأرواح



مواقع الإنترنت :

http://aslwww.cr.usgs.gov/Seismic_Data/heli2.html

الزلازل في العالم (مباشر) بواسطة عشرات المحطات المنتشرة في العالم.

http://aslwww.cr.usgs.gov/Seismic_Data/telemetry_data/map_eqpage.shtml

خارطة تبين الزلازل في العالم بشكل يومي.

http://earthquake.usgs.gov/neis/bulletin/bulletin.html

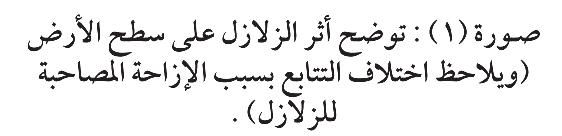
قائمة بأحدث الزلازل في العالم .





شكل (٨-٤) صور تبين آثار الزلازل





صورة (١) : توضح أثر الزلازل على سطح الأرض (ويلاحظ اختلاف التتابع بسبب الإزاحة المصاحبة للزلازل) .



صورة (٢) : توضح الأثر الهدام لأحد الزلازل في أحد الموانئ البحرية.



صورة (٣) : زلزال تركيا ١٩٩٩م والذي أسفر عن مقتل ٦٠٠٠ شخص (ويلاحظ الدمار الشامل الذي أحدثه الزلزال .. ولكن يتبقى المسجد بدون أي أضرار فسبحان الله!!.





التقـويـم :

١ـ عرف الزلازل؟

٢ـ تتوافق مناطق الزلازل مع مواقع الجبال حديثة التكوين والأغوار البحرية العميقة. علل؟

٣ـ اشرح عمل جهاز تسجيل الزلازل (السيزموجراف) موضحاً إجابتك بالرسم؟

٤ـ هل لدراسة الزلازل من فوائد عملية أو علمية؟ وضح ذلك.

٥ـ كيف يمكن اتقاء أخطار الزلازل؟

٦ـ هناك تعاون دولي لرصد الزلازل. فما الفائدة من ذلك؟

٧ـ هل يمكن لمرصد في المملكة العربية السعودية أن يسجل الزلازل التي تحدث في تركيا؟ علل.

٨ـ هل تحدث الزلازل في البحار؟ ولماذا؟

٩ـ ما أهم آثار الزلازل على قشرة الأرض؟

١٠ـ عدِّد أنواع الموجات الزلزالية؟

١١ـ علل ما يلي :

أ ـ مقياس (ريختر) أدق من مقياس (ميركالي).

ب ـ المملكة العربية السعودية غير معرضة لزلازل (بإذن الله) ما عدا المنطقة الشمالية الغربية .

١٢ـ أذكر أسباب نشأة الزلازل؟

الموضوع الثامن
البـراكيـن



الأهداف الرئيسة لتدريس هذا الموضـوع :

أخي الطالب : من خلال دراستك لهذا الموضوع يتوقع منك أن تكون قادراً على :

١ـ بيان قدرة الخالق سبحانه في حدوث البراكين.
٢ـ تعريف البركان.
٣ـ تعداد أجزاء البركان الرئيسة.
٤ـ التمييز بين أنواع المواد البركانية الصلبة والسائلة والغازية.
٥ـ تعداد أهم الغازات البركانية المنبعثة من البراكين.
٦ـ تعليل أسباب انسياب الحمم إلى مسافات بعيدة أو قريبة من فوهة البركان.
٧ـ تصنيف البراكين.
٨ـ ذكر أهم الحرات في المملكة العربية السعودية.
٩ـ تحديد أهم مناطق البراكين في العالم.
١٠ـ شرح أسباب حدوث البراكين بعد قدرة الله.





البـراكيـن

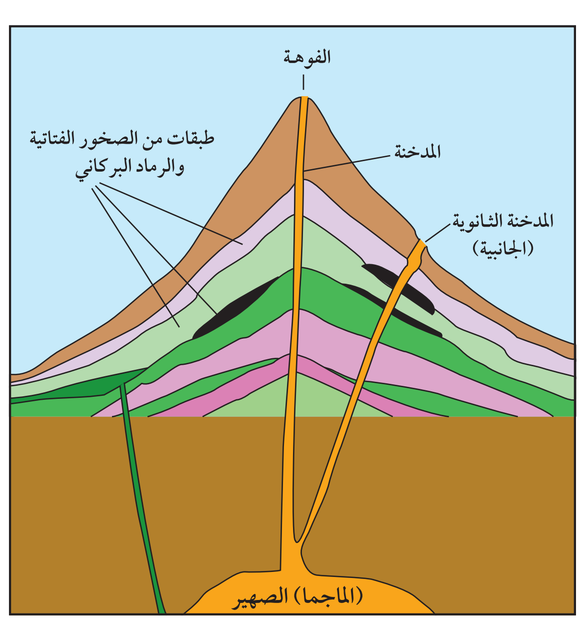


البراكين والمواد البركانية :

مـاهـو البـركـان؟

يظهر البركان بشكل فوهة على سطح الأرض تخرج منها مادة لزجة منصهرة وغازات وسوائل حارة. (انظر : إلى الشكل العام للبركان). ويعتبر وشاح الأرض الخارجي وقشرتها مصدر المواد البركانية.

وتصل بين الخزان العميق في جوف الأرض وفوهة البركان على سطحها مدخنة يقارب طولها سماكة قشرة الأرض ذاتها وتصنَّف البراكين حسب أنواع موادها ومواقعها وأهميتها شكل (٨-١).



الشكل(٨-١) الشكل العام للبركان (أجزاء البركان)

الأجزاء الرئيسة للبركان :

١ـ **المخروط البركاني :** عبارة عن جوانب منحدرة مكونة من الحمم البركانية والمواد النارية الفتاتية.

٢ـ **الفوهة :** وهي الفتحة التي توجد على سطح الأرض، وتندفع من خلالها معظم الحمم .

٣ـ **المدخنة : وهي عبارة عن ممر تسير فيه الحمم من باطن الأرض إلى سطح الأرض، وتنتهي المدخنة بفتحة الفوهة.**



أهمية البراكين :

يوجد في العالم حالياً نحو (٥١٦) بركاناً نشطاً؛ أي أن هذه البراكين لا تزال تنبعث منها مواد ملتهبة بشكل دائم أو متقطع. ويزيد عدد البراكين القديمة الخامدة عن عشرات الألوف؛ حيث توجد الصخور البركانية في معظم مناطق الأرض، وتكمن اهمية البراكين في الآتي :

١ – معرفة تركيب القسم الداخلي من قشرة الأرض والقسم الخارجي من الوشاح؛ لأن الحمم تصدر من هذا المستوى.

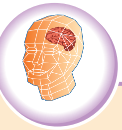
٢ – تدل على مواقع الضغط في قشرة الأرض؛ إذ أن مواقع البراكين تتفق مع مواقع الضغط في القشرة حيث توجد تصدعات مهمة وعميقة.

٣– مصدر لتكون بعض المعادن ذات القيمة الاقتصادية.

٤ – يساعد الرماد البركاني على خصوبة التربة الزراعية.

المواد البركانية :

تنبعث من البراكين مواد صلبة وسائلة وغازية :





فكر :

أي المواد البركانية في نظرك أكثر خطورة على حياة الإنسان. ولماذا؟

١ـ المواد البركانية الصلبة :

هي الأجزاء التي تتكون منها الصخور البركانية. ففي الانفجار الأول للبركان تتطاير أجزاء الصخور من فوهة البركان لتتكون مكانها المدخنة. وفي الانفجارات اللاحقة تتجمد هذه المواد، مكونة الأتي :



أ- المقذوفات البركانية :

عبارة عن تجمد المواد البركانية المقذوفة إلى السطح فتكون الصخور الصلبة التي ندعوها المقذوفات البركانية. وبفعل دوران المواد السائلة في الهواء قبل تصلبها فإنها تأخذ شكلاً متطاولاً أو شبه كروي قبل أن تتساقط. ويتراوح وزن هذه المقذوفات بين مئات الجرامات وعشرات الكيلوجرامات. شكل (٨-٢).

شكل (٨-٢) المقذوف البركاني (القنابل البركانية)

ب- صخر الخفاف :

يتكوّن في معظم الحالات ضمن فوهة البركان، وهو عبارة عن رغوة مؤلفة من صهارة سيليكاتية تتخللها غازات. وحين يتم انفجار البركان فإن هذه الرغوة تتجمد في الهواء لتتكون منها صخور بركانية غنية بالمسام تدعى (الخفاف). وتكون أحياناً هذه الصخور خفيفة جداً بحيث تطفو القطع الصغيرة منها على سطح الماء. (لماذا؟).



شكل (٨-٣) ثوران بركاني يلاحظ من خلاله كثافة الرماد المنبعث

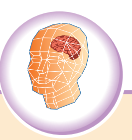
ج- الرماد بركاني :

إذا كان الانفجار شديداً جداً فإنه ينثر الصهارة السائلة بشكل بخار ينبعث في الهواء فيجمد بسرعة ويتساقط على مسافات شاسعة بشكل رماد بركاني. شكل (٨-٣) ،(٨-٤).



شكل (٨-٤) كمية من الرماد البركاني







فكـر:

أيهما يقطع مسافات طويلة جداً المقذوفات البركانية أو الرماد البركاني. ولماذا؟

٢ـ المواد البركانية السائلة (الحمم Lava) :

تتألف المواد السائلة من الحمم السائلة التي تنساب مشتعلة من فوهة البركان إلى مسافات بعيدة أحياناً، ومدى انسياب الحمم هذه يخضع لعدة عوامل، أهمها :

١ـ انحدار الأرض.

٢ـ طبيعة الحمم (لزجة أو سائلة).

٣ـ قوة البركان.

تتراوح درجة حرارة الحمم في فوهة البركان بين ٨٠٠°م و١٢٠٠°م. وكلما ابتعدت عن الفوهة تنخفض درجة الحرارة فتزداد الحمم لزوجة إلى أن تتصلب وتصبح صخوراً بركانية متراصة أو مكدسة أو ملتوية. أما إذا انسابت الحمم في الماء فإنها تأخذ شكل وسائد بعد تجمدها. وإذا حدث انسياب جديد تحت الصخور البركانية الصلبة فإنه يرفعها فتتحطم وتأخذ أشكالاً غير منتظمة لا تجانس بينها. شكل (٨-٥).



شكل(٨-٥) يبين مدى تدفق الحمم وسرعة جريانها خاصة عندما تكون نسبة السيليكا بها قليلة



فكـر:

هل هناك طرق لإيقاف تقدم الحمـم على سطح الأرض؟



٣ـ المواد البركانية الغازية :

ينبعث من فوهة البركان، ومن شقوق مجاورة لها، ومن الحمم مزيج غني بالغازات الخانقة والمحرقة، شكل (٨-٦).

ومن أهم الغازات المنبعثة من فوهة البركان :

أ ـ بخار الماء وهو أوفر الغازات كمية.

ب ـ مركبات الهيدروكربون.

ج ـ ثاني أكسيد الكبريت.



شكل(٨-٦) يمثل انبثاق كميات كبيرة من الغازات البركانية



تصنيف البراكين :

١ـ براكين الدروع :

مميزاتها : تسمى براكين الدروع ببراكين الثورة الهادئة، وهي أكبر أنواع البراكين، وتتميز بنشاط هادئ غير عنيف بسبب احتواء الصهير فيها على نسبة قليلة من السيليكا ، وهي تبني مخاريط منخفضة تشبه الإناء المقلوب أو تكون هضاب بازلتية من تراكم فيوض الحمم شكل (٨-٧).

الانسيابات الشقية : تندرج تحت هذا النوع وهي تتميز بتسرب الحمم عبر شقوق طويلة وعميقة في قشرة الأرض. وتمتاز الحمم بأنها سائلة جداً. مما يجعلها تنساب على مساحات شاسعة وتشكل طبقات بركانية هامة. وهذا النوع معروف باسم الحرات في المملكة العربية السعودية، كما يوجد في سورية والولايات المتحدة وبريطانيا وتغطي الحرات مساحات شاسعة حول المدينة المنورة وأجزاء أخرى من غرب الجزيرة العربية. ويشيع هذا النوع من البراكين في أيسلنده وهاواي وبعض مناطق شمال غربي المحيط الهادي.



٢ـ البراكين المركبة :

مميزاتها : تسمى البراكين المركبة بالبراكين الطباقية ، ويتميز نشاطها بأنه متوسط الشدة بسبب احتواء صهيرها على نسبة متوسطة من السيليكا.

تحدث البراكين المركبة على هيئة انسياب هادئ من فيوض الحمم يعقبه نشاط انفجاري عنيف ويتكون مخروط بديع البناء ذو جوانب بسيطة الانحدار تتكون من تعاقب طبقات الحمم والرماد والفتات البركاني.

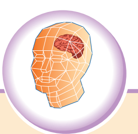
ويوجد هذا النوع من البراكين في معظم براكين الأرض مثل جبل مايون في الفليبين ، وبركان اكونكاجوا في جبال الانديز، وجبل سانت هيلين ومون رينيه في أمريكا الشمالية. جدول (٧-٢).

٣ـ براكين الثورة العنيفة :

مميزاتها : تسمى براكين الثورة العنيفة بمخاريط الرماد ،وهي تعد أعنف أنواع البراكين وأشدها خطراً وتدميراً بسبب احتواء صهيرها على نسبة عالية من السيليكا.

إضافة لذلك تسبب كثرة الغازات وارتفاع درجة الحرارة وتعاظم ضغط الغازات داخل غرفة الصهير مما يؤدي إلى إحداث انفجار شديد مدو يتسبب في تفتيت الحمم إلى ذرات دقيقة من الغبار والرماد والقطع المزواه والقذائف ذات الأشكال الإنسيابية أو المغزلية تقذف كلها في الفضاء إلى ارتفاعات شاهقة ثم تهبط وتتراكم ـ دون انسياب أي فيوض بركانية ـ على هيئة مرتفعات عالية مخروطية شديدة انحدار الجوانب و مكونة من الرماد والفتات.

أمثلة عليها : مثل بركان مونت لاسن في كاليفورنيا المسمى ببركان القباب البركانية، وبركان كراكاتوه في أندونيسيا، وبركان فيزوف في إيطاليا، وبركان مون بيلية في المارتنيك بجزر الهند الغربية.



فكـر :

لماذا تسمى براكين الثورة العنيفة بمخاريط الرماد؟





شكل (٨-٧) براكين الدروع

نبذة مختصرة عن بعض الحرات في المملكة العربية السعودية :

١ـ **حرة الحرة :** هي الغطاء البركاني الوحيد داخل النطاق الرسوبي في المملكة العربية السعودية. وهي مكونة من البازلت. وتمتد من جبل الدروز في سوريا جنوبا عبر الأردن إلى المملكة العربية السعودية. وتبلغ مساحتها في المملكة ١٥٢٠٠ كلم مربع، وهي تمثل ثلث مساحتها الكلية.

٢ـ **حرة رهط :** تمتد من المدينة المنورة إلى وادي فاطمة شمال مكة المكرمة ويبلغ عرضها في المتوسط ٦٠ كلم.

٣ـ **حرة كشب :** تقع إلى الشرق من الجزء الجنوبي من حرة الرهط، وتتوزع بها أكثر من (١٥٠) من المخاريط، غير أن واحداً منها يمثل فوهة بركانية غير عادية وهو جبل (الوعبة) الذي يبلغ (٢) كلم في الأتساع و٢٧٠ متراً في العمق. شكل (٨-٨).

٤ـ **حرة النواصف والبقوم :** وهي تشكل رابع أكبر منطقة تغطيها الحمم في غرب المملكة العربية السعودية ، وتشكل حرة النواصف والبقوم حرة واحدة تكاد تكون مستوية وتتسم بتناسق الشكل. وهي ذات السنة من البازلت تبرز من الحواف. وفي وسطها عدد من المخاريط.





شكل (٨-٨) جبل الوعبة

أسباب نشأة البراكين :

يبدو في الوقت الحاضر أن هناك سببين رئيسين لصعود الصهارة إلى سطح الأرض، وانسيابها بشكل حمم :

١ـ حركية القشرة الأرضية حيث تتولد عند ملتقى صفيحتين من القشرة حرارة تصهر المواد في العمق، وضغط يدفعها إلى التسرّب عبر الشقوق التي تشكل متنفساً يسمح لها بالخروج إلى سطح الأرض.

٢ـ ازدياد الضغط في الأحواض الرسوبية الواسعة نتيجة تراكم الرواسب. ويدفع هذا الضغط صهارة الطبقة الخارجية من وشاح الأرض عبر شقوق القشرة فتخرج بشكل حمم بركانية.







شكل (٨-٩) أنواع مختلفة من الثوران البركاني



توزيع البراكين في العالم :

يلاحظ على الخريطة أن مواقع البراكين تتفق مع سلاسل الجبال الكبرى التي توازي التشققات الهامة في القارة الأمريكية وأوروبا وأفريقيا. والبراكين القديمة موجودة في الجبال القديمة، كما أن البراكين الحديثة، التي لا يزال بعضها نشطاً تقع في مناطق الجبال الحديثة التي ما زالت ترتفع.

وأكثر من (٦٥٪) من البراكين موجودة قرب الشواطئ، وباتجاه جزر المحيط الهادي، وتدعى مجموعة البراكين الواقعة في جزر هذا المحيط أو قرب شواطئه (حزام النار) جدول (٨-٢).. ويوازي هذا الحزام الشاطئ الغربي للقارة الأمريكية. ويتبع بعدها الشاطئ الشرقي للقارة الآسيوية أي : اليابان، الفلبين، إندونيسيا، ومنها إلى جزر المحيط الهادي الجنوبية، حتى أمريكا الجنوبية .

البركان	تاريخ ثورته	مكانه	أضراره
فيزوف	٧٩ ق.م	بومبي	دفن بومبي وهيركولانيوم ودمرها ١٦ ألف قتيل.
جبل أتنا	١٦٦٩م	صقليه	دمار شديد ٢٠ ألف قتيل.
سكابتر جوكال	١٧٨٣م	أيسلنده	دمار شديد قتل ما يزيد على ١٠ آلاف قتيل.
جبل تمبورا	١٨١٥م	إندونيسيا	أطلق طاقة تزيد على ٦ مليون ضعف طاقة القنبلة الذرية ، ٩٢ ألف قتيل.
كراكاتوه	١٨٣٨م	كراكاتوه	انفجار هائل وزوابع بحرية أغرقت ٣٦٠٠ نسمة.
كوتوباكسي	١٨٧٧م	الاكوادور	فيوض طين ـ نحو ١٠٠٠ قتيل.
جبل بيلية	١٩٠٢م	مارتينيك	فيوض رماد ـ دمر سانت بير ـ ٣٨ ألف قتيل.
هيبوكيبوك	١٩٥٢م	الفلبين	سحب متوهجة من الغاز والغبار و ٥٠٠ قتيل.
جبل سانت هيلين	١٩٨٠م	واشنطن	انهيارات وفيوض طينية و ٦٨ قتيلاً ودمر أكثر من ١٠٠٠ منزل.
الشيكون	١٩٨٢م	المكسيك	سحب من الغبار وثاني أكسيد الكبريت قتلت نحو ١٨٧ نسمة.
نيفادو دلرويز	١٩٨٥م	كولومبيا	انزلاقات طينية وفيضان أرميرو وقتل نحو ٣٥ ألف نسمة.

جدول (٨-١) أمثلة على أهم البراكين المشهورة





المنطقة	منطقة النشاط البركاني	البراكين النشطة %
١ ـ المحيط الهادي	اليابان وألاسكا	٤٥
	أمريكا الشمالية والجنوبية	١٧
	إندونيسيا	١٤
٢ ـ المحيط الهندي		١
٣ ـ المحيط الأطلسي		١٣
٤ ـ البحر الأبيض المتوسط وآسيا الصغرى		٤
٥ ـ مناطق أخرى		٦

جدول (٨-٢) مناطق النشاط البركاني في العالم



مواقع الإنترنت :

البراكين في العالم. http://volcano.und.nodak.edu/

المناطق البركانية. http://www.schoolarabia.net/3loom_al2ard/gio denamet_al2rd/mnateq_volcano/mnateq_volcano1.html

معلومات عامة عن البراكين. http://vulcan.wr.usgs.gov/

سجل للبراكين حول العالم. http://volcano.und.nodak.edu/vwdocs current_volcs/current.html

معلومات عامة عن البراكين حول العالم. http://hvo.wr.usgs.gov/

معلومات عن البراكين في مختلف دول العالم. http://www.volcanolive.com/





التقويم :

١ـ عرف البركان؟

٢ـ يلاحظ أن بعض المناطق البركانية مؤلفة من طبقات متراصة. ما هو تفسير هذا الواقع؟

٣ـ ما الفرق بين الصهارة والحمم؟

٤ـ لماذا تطفو بعض الصخور البركانية على سطح الماء؟

٥ـ ما الأهمية العلمية للبراكين؟

٦ـ هل يمكن رصد البراكين ومعرفة انفجارها مسبقاً بغية اتقاء أخطارها مع التعليل؟

٧ـ هل يمكن استعمال حرارة البراكين كمصدر للطاقة مع التعليل؟

٨ـ ما مصدر الطاقة التي تصهر مواد قشرة الأرض في العمق؟

٩ـ ماذا تستنتج من كون حمم البراكين الواقعة في المحيطات سائلة، وحمم البراكين القارية لزجة؟

١٠ ـ في أية اثنتين من الحالات التالية يكون انفجار البراكين شديداً؟

أ) إذا كانت الحمم سائلة.

ب) إذا كانت الحمم لزجة.

جـ) إذا كانت الحمم غنية بالسيليكا.

د) إذا كانت نسبة السيلكا في الحمم منخفضة.

١١) فسّر ما يلي:

أ) تكون مساحات من الحرات حول المدينة المنورة وأجزاء من غرب الجزيرة العربية.

ب) وجود رواسب اقتصادية حول فوهات بعض البراكين.

الموضوع التاسع
جيولوجية البحار والمحيطات



الأهداف الرئيسة لتدريس هذا الموضـوع :

أخي الطالب : من خلال دراستك لهذا الموضوع يتوقع منك أن تكون قادراً على :

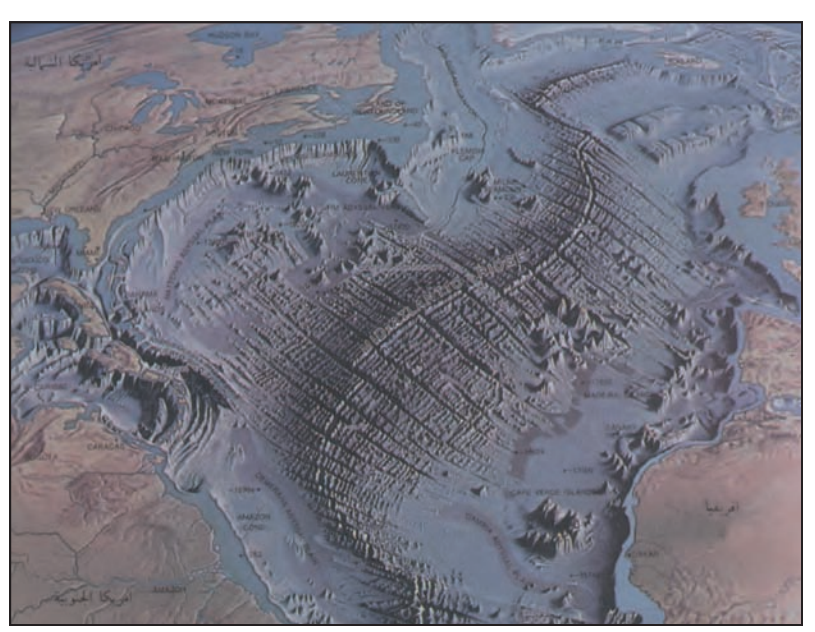
١ـ رسم شكل يوضح البيئة البحرية وأنواعها .
٢ـ استنتاج دور البحار في تغيير معالم قشرة الأرض .
٣ـ تعداد أنواع حركات مياه البحار .
٤ـ التفريق بين الفعل الهدام والفعل البناء للبحار .
٥ـ تعليل سبب وجود الشعاب المرجانية في الصخور الرسوبية في المملكة العربية السعودية .
٦ـ تصنيف الرواسب البحرية من حيث العمق والبعد عن الشاطئ .
٧ـ تعداد الموارد المعدنية التي توجد في البحار والمحيطات .





جيولوجية البحار والمحيطات

من لا يسكن جدَّة أو الدمام أو موقعاً قريباً من الشواطئ، قد يقول: لا علاقة لي بالبحر، وهو إذن لا يهمني بقدر الذين يعيشون قربه، ولكن قد يختلف هذا الجواب عندما نعرف أن معظم مناطق المملكة كانت مغمورة بالبحر أثناء أحد العصور الجيولوجية السالفة، وأن ثلاثة أرباع مساحة هذه البلاد قضت قسطاً من الزمن تحت مياه البحر أطول من الذي مرَّ عليها خارجها، فمعظم الصخور الرسوبية الموجودة حالياً على القارات. تكوّنت في البحار، **كذلك تشكل البحار حالياً أهم عامل جيولوجي يغير معالم قشرة الأرض.**



شكل (٩-١) تضاريس قاع المحيط الأطلسي



قاع البحار:

لقد ازدادت المعلومات عن أعماق البحار بشكل مطرد في السنوات الأخيرة، وعلى الأخص بسبب تطور وسائل البحث العلمي، ولقد تبين نتيجة لذلك أن أشكال قيعان البحار تشبه ما نراه فوق القارات إلى حد بعيد، فكما على القارات، كذلك في أعماق البحار تتوالى الأودية والجبال والسهول، وبديهي



أن تكون أشكال القيعان مختلفة بين بحر وآخر وموقع وآخر، ولكن المحيطات تتسم بمظهر عام متشابه من حيث قيعانها (راجع الشكل ٣-٦ في الموضوع الثالث) فبوجه عام ينحدر القاع تدريجياً، انطلاقاً من الشاطئ، فهو يبدأ بجرف قاري محدود يتبعه المنحدر القاري الذي يختلف عنه بتزايد انحداره واتساعه، ثم يقل الانحدار تدريجياً عند بداية السهل العميق الذي يمتد عادة على مساحة كبيرة، وفي بعض المناطق توجد أغوار عميقة جداً تصل إلى ١٣٠٠٠ متر، والسهل العميق يخلو عادة من التجعدات فيكاد يكون منبسطاً، بعكس الجرف والمنحدر القاري الغنيين بالتجعدات. لذلك لا تستقر الرسوبيات المنقولة من القارات إلا عندما تبلغ السهل العميق. شكل (٩-١).



حركات مياه البحار :

تتعدد الأسباب المسؤولة عن تحرك مياه البحار، وينجم عن ذلك تعدد أنواع هذه الحركات. ونورد فيما يلي أنواع حركات مياه البحار :

أ) الحركات التي تولدها الرياح هي الأمواج العادية، وهي حركات سطحية تبقى محلية لا يمتد فعلها إلى أكثر من عشرات الأمتار، ويمتد عمق مفعولها من (٥) إلى (٢٠٠) متر.

ب) التيارات التي تحدث بين بحرين بسبب اختلاف الحرارة والكثافة فيهما، مثل هذه التيارات تحدث بين البحر الأبيض المتوسط والمحيط الأطلسي. فالتبخر في المتوسط أقوى منه في الأطلسي، لذلك تزداد ملوحة المياه السطحية، وبالتالي كثافتها، فتغوص وتتحرك نحو الأطلسي عبر مضيق جبل طارق. ويوازي ذلك تحرك المياه سطحية بالاتجاه المعاكس.

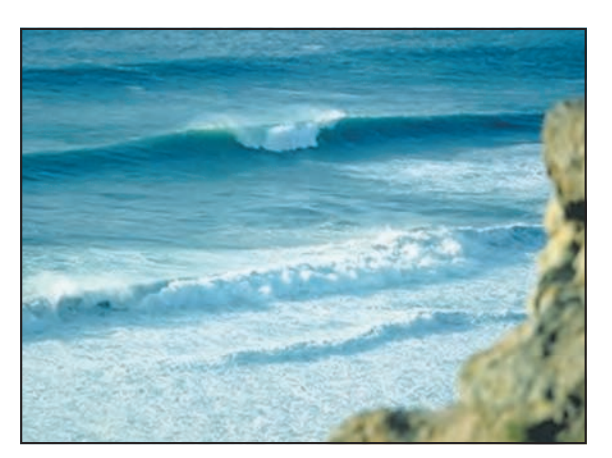
جـ) تيارات المد والجزر، تحدث تحت تأثير جاذبية القمر والشمس مرتين في اليوم أي مدين وجزرين، والمد والجزر الكبيران يتتاليان في المحيط كل أسبوعين، مع تأخير يوم واحد كل أربعة أسابيع.

د) تيارات المحيطات والبحار الكبرى، كتيار الخليج (Gulf-Stream) الحار الذي يقطع المحيط الأطلسي ويمر قرب شواطئ شمالي أوروبا.

هـ) التحركات الدائرية البطيئة التي تنتشر حول القطبين، وهذه تحدث بفعل تفاوت درجة حرارة المياه في هذه المناطق.

لكل هذه الحركات أثر مباشر على نقل الرواسب وتجمُّعها في أماكن معينة. كما أنها تسهم في تعديل التفاوت في الحرارة بين المناطق البحرية المختلفة؛ وذلك بنقلها المياه من مكان لآخر. ولها كذلك تأثير هام على تكوين أشكال الشواطئ. ومن الناحية الجيولوجية يمكننا أن نقسم فعل البحار إلى قسمين : الفعل الهدّام والفعل البنّاء.





شكل (٩-٢) حركة مياه البحر

الفعل الهدّام للبحار :

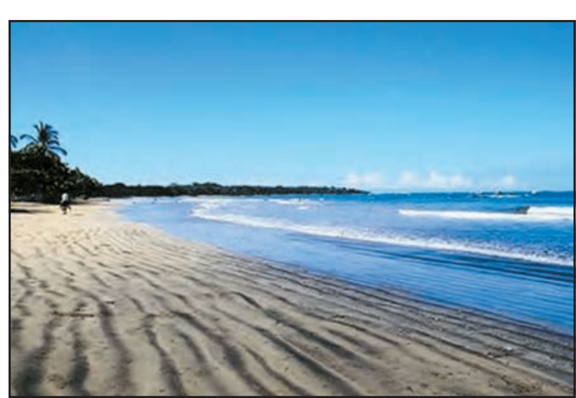
تولّد الرياح أمواجاً تشتد قوتها وكثافتها مع تصاعد قوة الرياح، ويتوالى فعل هذه الأمواج في صخور الشاطئ بلا ملل أو هوادة، فتلطم الأمواج الصخور الساحلية وتفكّكها فتنهار تدريجياً جزءاً تلو الآخر، وكلما انهار جزء تتلاعب به الأمواج فيزداد تفكُّكه وذوبانه حيث تقوم بنقله وترسيبه. وتساعد الأجزاء المنقولة ذاتها في هذا العمل إذ تبرى بعضها البعض، فيزداد تفكّكها. وبالطبع يكون عمل الأمواج هذا أكثر فعالية على الشواطئ الصخرية البارزة وعلى الصخور الكلسية التي يذيبها ثاني أكسيد الكربون



شكل (٩-٣) الفعل الهدّام للبحـار



المحلول في الماء. تنقل الأمواج المواد الطينية والمواد المحلولة إلى الداخل، بينما تبقى الحصى والرمال على الشاطئ؛ حيث تسهم في تفتيت الأجزاء الكبيرة وطحنها.





شكل (٩-٤) تآكل الشاطئ

الفعل البنّاء للبحار :

١ـ الحواجز الرملية :

يتوقف العمق الذي يظهر فيه فعل الأمواج على قوة هذه الأمواج، فعندما يصل تأثير الأمواج إلى القاع تستطيع قوة الجزر والمد أن تحرك الحصى والرمال الراكدة، وحسب قوة الدفع تتحرك الحصى والرمال، إما مجرورة أو محمولة نحو الشاطئ، على أن قوة الأمواج المحرّكة تضعف في طريق عودتها من الشاطئ، ولا تعود تقوى إلا على تحريك الرمال، فتبقى الحصى راسبة في أعلى الشاطئ، ويتكون بنتيجة هذا النقل حاجز من الحصى والرمل .



شكل (٩-٥) الفعل البناء للبحار



٢ـ الرؤوس والخلجان والمستنقعات المالحة :

وبما أن الأمواج والمجاري التي تنقل الفتات إلى البحر ليست دائماً مستقيمة بالنسبة لاتجاه الشاطئ فالحواجز التي تتكون لا تكون دائماً موازية له، وحسب الظروف تتكون رؤوس وخلجان وجروف وأبراج وإذا تتابع ترسيب الحصى فإنها تشكل حواجز تفصل قسماً من البحر ضمن اليابسة وتخلق بذلك مستنقعات مالحة.





شكل (٩-٦) الرؤوس والخلجان

٣ـ الأرصفة المرجانية :

يضاف إلى الأشكال المذكورة، الأرصفة المرجانية التي تشكل حواجز وجزر في بعض الظروف. والمرجان هو حيوانات ثابتة تشبه الأعشاب، وتعيش جماعياً في المناطق البحرية الصخرية.

يتكون المرجان عند توافر الشروط التالية :

١ـ تزيد الحرارة على ٢٠°م.

٢ـ لا يتعدى عمق المياه ٥٠ متراً.

٣ـ تكون المياه نظيفة.



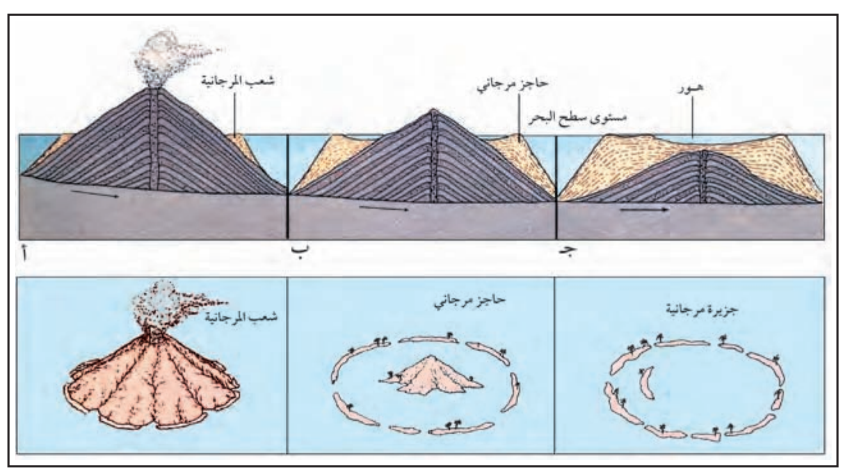
شكل (٩-٧) صورة جوية للأتول



٤ـ أن تكون المياه غنية بالأكسجين.

٥ـ أن تكون المياه ذات ملوحة عادية.

وحين تتوافر هذه الشروط يمتص المرجان الحي كربونات الكالسيوم من الماء وتختزنه في أجزائها السفلى، ثم تموت تدريجياً بعد نمو الأجزاء العليا، ومع الزمن تتكون من هياكلها أرصفة حاجزة قرب الشاطئ، أو جزر مرجانية تدعى (أتول) تنمو عادة فوق قمم براكين بحرية خامدة.



شكل (٩-٨) كيفية تكون الجزر المرجانية (أتول)



الترسيب في البحار :

أكثر من ٩٥٪ من الرسوبيات تتكون في البحار؛ حيث تنقلها مجاري المياه والرياح والجاذبية وهذه المواد تتفاعل وتتحرك وتضاف إلى المواد التي تنتزعها الأمواج من صخور الشاطئ وقيعان البحار، ويمكن تصنيف الرواسب حسب مصدرها إلى :

أ) **الرواسب القارية :** هي الأجزاء التي انُتزعت من صخور سابقة، ووصلت إلى حيث ترسبت، دون تغيير كيميائي مهم وأهمها الرمل والحصى والطين.

ب) **الرواسب الكيميائية :** تنفصل عن ماء البحر، في البحيرات الضحلة أو المستنقعات، حيث كانت مذابة، وتترسب وتنتمي إلى هذه الفئة بعض أنواع الصخور الجيرية والسليكية والجبس والأملاح.

جـ) **الرواسب العضوية :** تتألف من بقايا الحيوانات والنباتات التي تعيش في مياه البحار مثل الفوسفات، ويضم إليها بعض الصخور الجيرية ذات المنشأ الحيوي كالصخور المرجانية والصدفية والطباشيرية.



ترتبط أماكن تجمع الرواسب بعوامل عديدة، أهمها :

١ـ البعد عن الشاطئ. **٢ـ ودرجة الانحدار.** **٣ـ العمق.** **٤ـ وجود الأنهار.**
٥ـ تحركات قشرة الأرض. **٦ـ درجة الحرارة.** **٧ـ الملوحة.**

تصنَّف الرواسب البحرية من حيث العمق والبعد عن الشاطئ إلى :

أ) رواسب ساحلية : تطغي فيها الرمال والحصى. وإذا كانت هادئة تترسب معها بعض الوحول الطينية والجيرية. وفي بعض الأمكنة تكون غنية بالأصداف.

ب) رواسب الجرف القاري : تبدأ بالرمال وتتابع بالوحول؛ إذ تقل الرمال كلما ازداد الانحدار والبعد عن الشاطئ. ويتراوح مدى امتداد الرمال في البحر بين (٥٠) و (١٥٠) متراً. وتتكون الأرصفة المرجانية والرواسب الكلسية العضوية في هذا المستوى .

جـ) رواسب المنحدر القاري : متجانسة وقليلة التنوع، فحركة المياه تكاد تكون معدومة والحياة نادرة في هذه الأعماق؛ لذلك لا توجد إلا الوحول التي تنزلق من الجرف القاري وتبدأ بعد الجرف القاري الوحول الخضراء الغنية بمعدن الجلوكونيت الأخضر وتتبعها الوحول الزرقاء واسعة الانتشار، ثم وحول كلسية غنية بأغلفة كلسية لحيوانات مجهرية ووحول حمراء غنية بأكاسيد الحديد والألومنيوم. كل هذه الوحول تحتوي على ٢٠ إلى ٤٠٪ من كربونات الكالسيوم.

د) رواسب السهل العميق : تخلو من الرواسب القارية بسبب بعدها عن الشاطئ. وتتألف هذه الوحول العضوية من أغلفة أحياء مجهرية تنتمي إلى ثلاث فئات :

١ـ وحول الجلوبيجرينا الكلسية.

٢ـ وحول الدياتوم المؤلفة من السليكا، توجد في المناطق الباردة.

٣ـ وحول الراديولاريا المؤلفة من السليكا ، توجد في المناطق الحارة.

وتوجد في الأغوار العميقة وحول حمراء غنية بأسنان الحيتان، ومؤلفة من معادن طينية وأكاسيد الحديد.

أخيراً: لا بد من الإشارة إلى أن البحر غني بالموارد الغذائية، كالأسماك والأعشاب وبالموارد المعدنية كالمنجنيز والحديد والنحاس. وقد بدأ التلوث يهدد هذه الموارد الغذائية بالتلف ويجعلها غير صالحة للاستهلاك.





للإطلاع :

تلوث مياه البحار بالنفط :

ظاهرة تلوث مياه البحار والمحيطات بزيت النفط ظاهرة حديثة لم يعرفها الإنسان إلا فى النصف الثاني من القرن الماضى بعد أن انتشر استخراج النفط واستخدامه فى كل مكان ، وأصبح واحداً من أهم مصادر الطاقة على الإطلاق .

وظاهرة التلوث بمخلفات النفط نشاهدها اليوم فى كل مكان فهي تلوث مياه كثير من المصايف وتلوث رمال شواطئ كثير من المدن الساحلية ويختلط بعض هذه المخلفات السوداء بالرمال الناعمة فتفسد جمالها وتلوث كل من يخاطر بالاستحمام فى هذه المياه أو يفكر بالاستلقاء على هذه الرمال. وتتعدد الأسباب التي تؤدى إلى تلوث مياه البحار والمحيطات بزيت النفط فقد ينتج من بعض الحوادث البحرية التى تحدث لناقلات النفط أو من الحوادث التى تقع أحياناً أثناء عمليات الحفر لاستخراج النفط من بعض الآبار البحرية ، كذلك قد يحدث هذا التلوث نتيجة تسرب من بعض الآبار المجاورة إلى شواطئ البحار ، كما ينتج جزء من هذا التلوث نتيجة إلقاء بعض النفايات والمخلفات النفطية من ناقلات النفط أثناء سيرها فى عرض البحار.

يؤدي تلوث المياه بالنفط إلى جعلها غير صالحة للاستعمال، ويعرض الحياة البحرية للخطر الشديد. حيث تعمل هذه الملوثات على خفض انتشار الضوء كما تقوم طبقة النفط الرقيقة السطحية المتشكلة فوق سطح الماء بعزل المياه عن الهواء. وبذلك تعوق أو تمنع عملية التبادل الغازي بين الماء والهواء مما يجعل عملية تشبع الماء بالأكسجين عملية صعبة جداً، وهذا يؤدي بدوره إلى حرمان الكائنات المائية من الأكسجين ويعمل على قتل العديد منها أو هجرتها، ويؤثر بصورة غير مباشرة عن طريق قطع الاتصال الكيميائي بين الأحياء.

يكمن خطر التلوث بالنفط أيضاً بانجذاب الكائنات الحية نحوها وربما الالتصاق بها، فعندما تصبح الكائنات الحية فى حالة تماس مع هذه البقع الطافية كما هو الحال فى الطيور البحرية فإنها تؤدي إلى عرقلة الحياة الطبيعية لهذه الطيور وربما موتها.

يعتبر التلوث بالنفط ومشتقاته واحداً من أهم الملوثات المائية فى الوقت الراهن وقد أخذ تلوث المياه بالنفط يزداد يوماً بعد يوم ولا سيما فى البحار والمحيطات نتيجة الاعتماد المتزايد للتقنية والحياة المعاصرة على نواتج تكرير البترول ومشتقاته العديدة.





التقويم :

١) لماذا تترسب الوحول الحمراء في المناطق المواجهة لمصبات الأنهار الكبرى؟
٢) ماذا يعني وجود آثار للأرصفة المرجانية في بعض الصخور القارية؟
٣) ما مصدر رمال الشاطئ؟
٤) على أي عمق تكونت الصخور الطباشيرية الغنية بأغلفة أحياء كلسية؟
٥) أين تترسب الصخور الغنية بالرمل؟
٦) «للبحار تأثير هدمي كما لها تأثير بنائي» اشرح هذه العبارة من منظور جيولوجي.
٧) ارسم شكلاً يوضح البيئة البحرية.
٨) عدِّد أنواع حركات مياه البحار.



مواقع الإنترنت :

mnw/13.html/10/03/http://www.albayan.co.ae/albayan/2002
مقال عن البحر الميت.
http://www.emoe.org/library/general/water/w4a.html
من أين جاءت المحيطات.
/http: / /www.emoe.org /library /general /water
المياه في الوطن العربي.

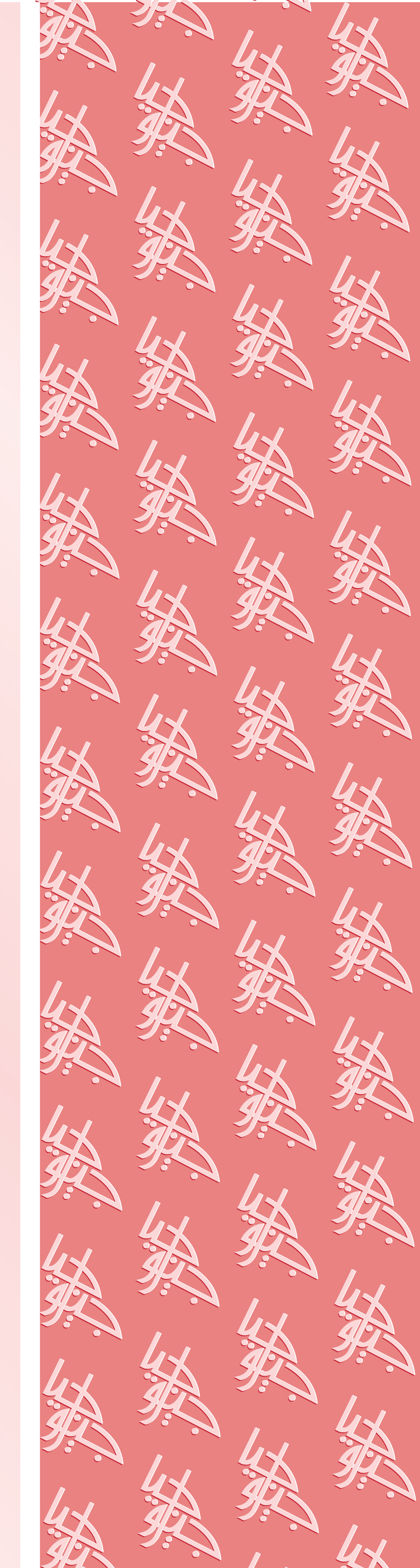
الموضوع العاشر
التعرية



الأهداف الرئيسة لتدريس هذا الموضـوع :

أخي الطالب : من خلال دراستك لهذا الموضوع يتوقع منك أن تكون قادراً على :

١ـ تحديد مفهوم التعرية.
٢ـ المقارنة بين التجوية الكيميائية والتجوية الميكانيكية.
٣ـ تفسير بعض المظاهر الجيولوجية الناتجة عن عمليات التجوية.
٤ـ تمييز الأنواع المختلفة للتجوية الكيميائية.
٥ـ تعداد عوامل التعرية المختلفة.
٦ـ استنتاج أن العامل الأساسي في عملية النقل هو المياه.
٧ـ استنتاج سبب استدارة بعض الحبيبات.
٨ـ تعليل سبب بقاء صخور القمر سليمة كما كانت ساعة تكوينها.





التعـريـة

لو لم يكن سطح الأرض معرضاً لفعل الماء والهواء لكان يختلف كلياً عن حالته الحاضرة، ولما وجدت عليه التربة والصخور الرسوبية والعديد من الصخور المتحولة فصخور القمر مثلاً بقيت سليمة كما كانت ساعة تكونت، وذلك بسبب غياب الماء والهواء، أما صخور الأرض فإنها تتغير باستمرار، وليس منها ما يصمد في وجه العوامل المحيطة بها، فبعض أجزائها يذوب والبعض يتفتَّت ويتحات، وكلما زالت طبقة تعرضت التالية للهدم والإزالة عاجلاً أم آجلاً .

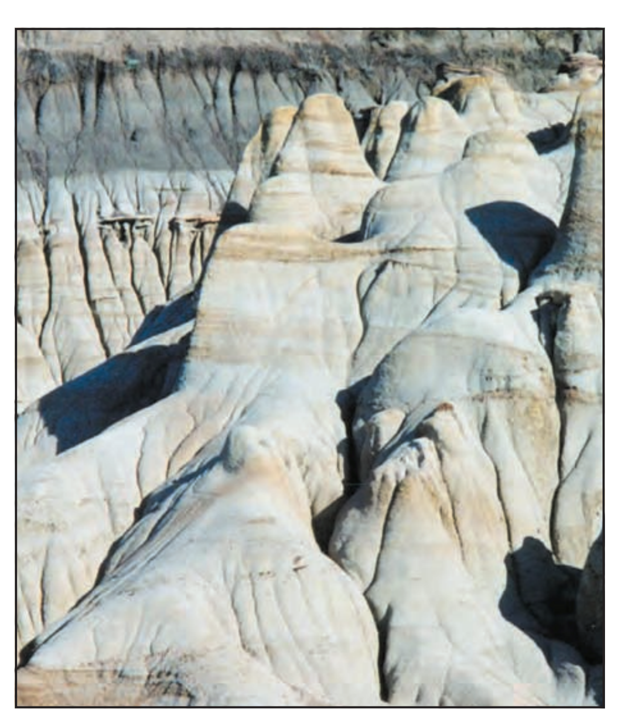
تعريف التعرية (Erosion) :

هي مجمل العمليات التي تجزِّيء الصخور وتفكِّكها وتنقل أجزاءها وتغيِّر مظاهرها، وهي تشمل ثلاث عمليات مبدئية: التجوية والتآكل والنقل، والعوامل التي تقوم بالتعرية عديدة، وأهمها:

١ـ المـــاء.	٢ ـ الهـــواء.
٣ـ الأحياء.	٤ـ تقلُّب الحرارة.
٥ـ الريـاح.	٦ـ الثلاجات.
٧ـ حركات الأرض.	٨ـ الجاذبية.

وبما أن كل تغيّر يستهلك قسطاً من الطاقة، فعمليات التعرية تستمد الطاقة من ثلاثة مصادر:

١) **الطاقة الشمسية** : التي تبخر المياه وتولد الرياح.



شكل (١٠-١) آثـار التعـريـة



٢) **قوة الجاذبية** : التي تجعل المياه والأجزاء المتفتتة تنهال باستمرار من الأعالي نحو المنخفضات.

٣) **الطاقة المنبعثة** : من جراء التفاعلات الكيميائية التي تحدث على سطح الأرض.

١ـ التجوية :

تعريف التجوية (Weathering) :

هي تفكيك الصخور الكبيرة المتماسكة إلى أجزاء صغيرة تتراوح أحجامها بين الحصى الكبيرة والأيونات. وتكون نتيجتها النهائية هدم الصخور وإزالة أجزائها. وتتم التجوية عبر طريقتين متكاملتين : **ميكانيكية وكيميائية.**



شكل (١٠-٢) عمل التجوية في جبال جنوب الصمان (جودة)

أـ التجوية الميكانيكية :

تكمن التجوية الميكانيكية في تصدُّع الصخور وتجزئتها تحت تأثير العوامل الداخلية والخارجية، ومنها :

١ـ تحركات قشرة الأرض تحدث فوالق وتشققات متشعَّبة تكون البادئة بتصديع الصخور على نطاق واسع.

٢ـ التشققات الصغيرة المتعددة التي تحدثها تقلبات درجة الحرارة التي تجعل الصخور خاضعة للتمددّ والتقلص على التوالي، ويظهر فعل الحرارة هذا على أشده في المناطق الصحراوية حيث يكون

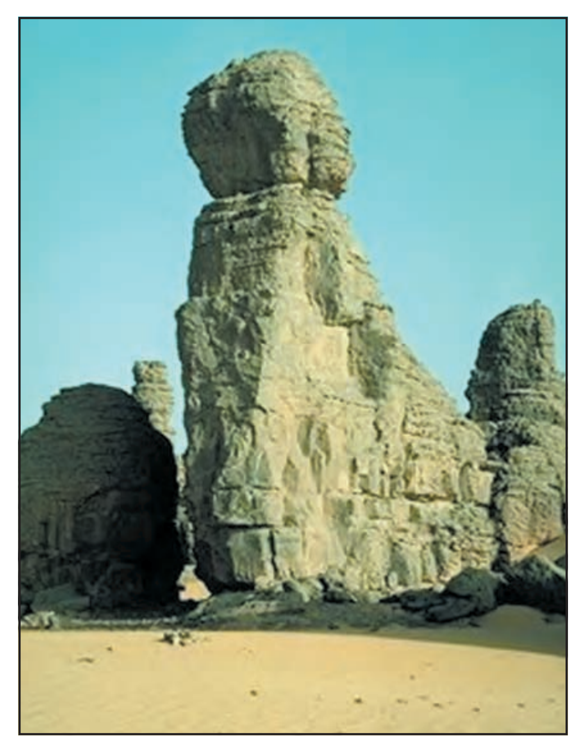


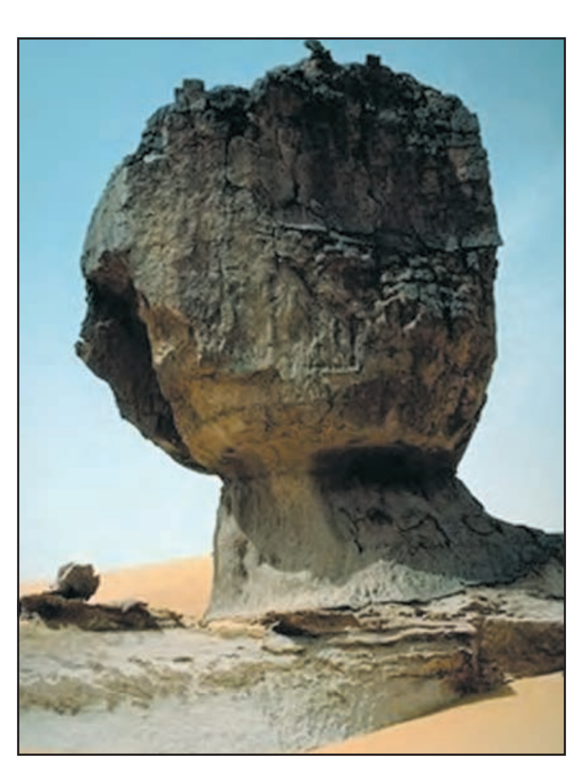
تفاوت درجة الحرارة الكبيرة .

٣ـ تسرب المياه في التشققات والمسام في فترات الرطوبة و تبخرها في أيام الجفاف، يتبع ذلك تحرك شامل للصخور يسهم في تصدعها.

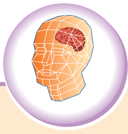
٤ـ تجمد المياه في المناطق البارده داخل الشقوق والمسام يسبب زيادة حجمها، وبالتالي تصدع الصخور.

٥ـ نمو جذور النبات يسهم في توسيع الشقوق الموجودة في الصخور وكذلك في إحداث شقوق جديدة.





شكل (١٠-٣) التجوية الميكانيكية



فكـر:

ما هو الفرق بين التعرية والتجوية؟





ب- التجوية الكيميائية :

تعريف التجوية الكيميائية : كل التغيرات التي تطرأ على المعادن المكوّنة للصخور نتيجة للتفاعل مع الماء والهواء والحامض العضوي.

وتنتج عن ذلك معادن جديدة قد لا تصمد في الظروف الفيزيائية كالحرارة والرطوبة والضغط التي تعم سطح الأرض.



شكل (١٠-٤) عمل التجوية في الصخور

أهم التحولات التي تعتري معادن الصخور في نطاق التجوية الكيميائية، هي :

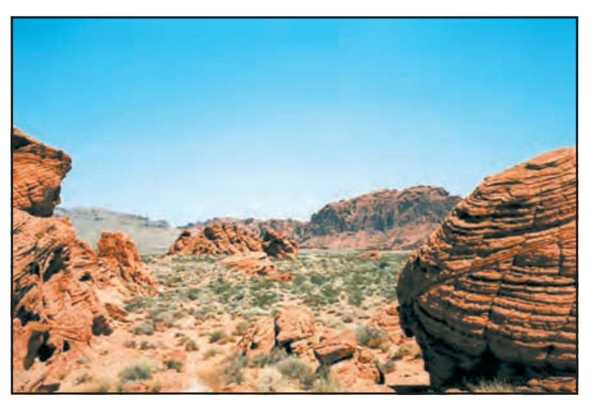
١ـ التأكسد :

يتم التأكسد بالتفاعل مع الأكسجين أو بشكل أعم بفقدان الفلز للألكترونات. ومثال على ذلك تأكسد البيريت الذي يتحول إلى هيماتيت، ويرافق ذلك ظهور حامض الكبريتيك الذي يتفاعل مع مواد أخرى :

هيماتيت ⟵ بيريت

ونلاحظ ذلك في الصحاري والمناطق الحارة حيث يكسو الصخور وشاح أحمر قاتم من أكسيد الحديد والمنجنيز يدعى (وشاح الصحراء).





شكل (١٠-٥) صخور متأكسدة



٢ـ التميؤ :

ينطوي التميؤ على اتحاد بعض جزئيات الماء مع بعض مركبات المعادن، ومثال على ذلك: الأنهيدريت الذي يتغير إلى جبس، والهيماتيت الذي يتغير إلى ليمونيت.

جبس ⟵ انهيدريت

ليمونيت ⟵ هيماتيت

٣ـ التحلل :

ويتم التحلّل إمَّا بواسطة الماء أو بواسطة ثاني أكسيد الكربون فبعض الأملاح كالملح الصخري (NaCl) تذوب بالماء. ومعادن الكربونات تنحل بالماء المشبع بثاني أكسيد الكربون.

٤ـ التفكك المائي :

أما التفكك المائي فإنه يطرأ غالباً على معظم معادن السليكات التي تتحول إلى معادن طينية، ويجري ذلك بالتفاعل المباشر مع الماء وتتحول معادن الفلسبار إلى معادن طينية.





شكل (١٠-٦) التجوية الكيميائية



تتفاوت المعادن في درجة مناعتها للتجوية الكيميائية، إذ أن بعضها قلما يتأثر، بينما البعض الآخر سريع التأثر، وفيما يلي تصنيف لأهم المعادن حسب مناعتها :

* صامد جداً : تورمالين، كوارتز.
* صامد : بيوتيت، مجنيتيت.
* أقل صموداً : بيروكسين، فلسبار.
* غير صامد : أوليفين.



شكل (١٠-٧) تعرية الصخور الضعيفة

٢ـ التآكل :

يكمن التآكل بتفتيت الصخور والمعادن إلى أجزاء أصغر فأصغر نتيجة تحاتّها ببعضها خلال عمليات انتقال الأجزاء من مواقعها الأساسية إلى مواقع ترسبها، ويكون التآكل على أشده في الأماكن العارية من النبات، حيث إن الحتات ينتقل بسرعة بواسطة المياه الجارية والرياح، وتحت تأثير عامل الجاذبية، ويزيل تحات الحطام الأجزاء البارزة تدريجياً بحيث تتحول المواد المنقولة إلى أشكال مستديرة أكثر فأكثر، وتشكل الثلاجات (الأنهار الجليدية) في المناطق الباردة عاملاً فعالاً في عملية التآكل.



شكل (١٠-٨) تـآكل الصخور

تختلف المعادن من حيث مناعتها للتآكل، وبوجه عام ترتبط هذه المناعة بصلابة المعادن، وتعمل التجوية تباعاً مع التآكل في اتجاه موحد، ينجم عنه تحطيم الصخور والمعادن وتفككها.



٣ـ النـقـل :



شكل (١٠-٩) الماء هو العامل الأساسي في النقل

العامل الأساسي في عملية النقل هو الماء برغم كون الرياح والثلاجات عوامل مهمة حيثما وجدت، ويجري خلال النقل تصنيف تلقائي للمواد المنقولة حسب حجمها وكثافتها، والقاعدة العامة هي أن أصغر الأجزاء تنتقل إلى أبعد مسافة، فالأملاح الذائبة تبقى في الماء زمناً طويلاً إلى أن تصادف ظروفاً خاصة تجعلها تترسب أو تتفاعل مع مواد أخرى وتنتمي الأملاح ومعادن الكربونات إلى هذا النوع. وتنقل المياه المعادن الطينية الصغيرة الحجم حتى تصل إلى الأحواض الرسوبية الكبرى، حيث تترسب عندما تضعف قوة التيار، أما الرمال المكونة من الكوارتز والمعادن الصامدة فإنها تنتقل ببطء وتتجمع في المنخفضات والسهول والشواطئ.

تشكل التربة مرحلة انتقالية بين التجوية والترسيب، فهي مؤلفة من أجزاء متنوعة التركيب ومختلفة الأحجام وكل معادنها ناتجة عن تجوية الصخور. تجدر الإشارة أخيراً إلى أن لقوة الجاذبية دوراً أولياً في النقل فهي المسؤولة عن تحرك المياه وما تنقله من الأعالي نحو المنخفضات، وتحت تأثيرها يتم انزلاق الرسوبيات وانهيار الصخور من الجبال.



عوامل التعرية :

عوامل التعرية عديدة، وتختلف بأهميتها وفعلها حسب الظروف والأحوال، ونكتفي بذكر أهمها والدور الذي تقوم به :



١ـ المياه الجارية :

صحيح أن كمية الأمطار قليلة نسبياً في المملكة العربية السعودية، ولكننا لاحظنا ـ برغم ذلك ـ فعل مياه الأمطار التي تتساقط في كل مكان، ولاحظنا كيف أنها تحمل معها أجزاء من التربة قبل أن تتجمع في مستنقعات وأنهار، فالمياه الجارية تشكل عامل تجوية وتآكل ونقل وترسيب .

وتتلخص أعمالها بإذابة بعض المواد ونقل مواد أخرى وحفر المجاري التي تسلكها . وفي النهاية ترسِّب المياه الجارية المواد المنقولة في المنخفضات وفي الأحواض كالبحيرات والبحار وأن ما نراه في فصل الأمطار من تعكر مياه السيول والأنهار وشواطئ البحار هو دليل قاطع على دور المياه الجارية في التعرية، ولمعرفة فعل المياه السطحية نستعرض بعض الصور التي تبين مظاهر التعرية في بعض الحالات.





شكل (١٠-١٠) المياه الجارية



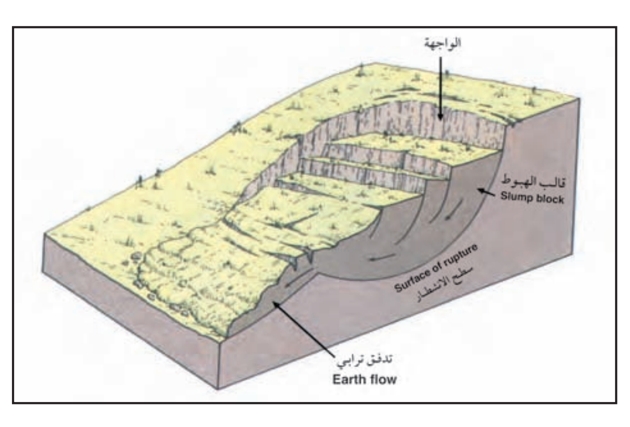
٢ـ البحـــر :

يشكل ـ كما رأينا في ما سبق ـ عامل تجوية وتآكل ونقل وترسب، ويشتد فعله في هذا الميدان قرب الشاطئ.

٣ـ الميـاه الجوفيـة :

تقوم بإذابة الصخور، وعلى الأخص الجيرية منها، فهي بالتالي عامل تجوية ونقل. عندما تتحرك المياه الجوفية داخل طبقات قشرة الأرض تحدث في ظروف معينة، انزلاقات متعددة الأشكال وكهوفاً داخلية متشعبة :

١ـ الانزلاقات : تتم إذا تسربت المياه الجوفية داخل طبقة طينية تعلوها صخور جيرية متشققة. إذ عندما تتبلل الطبقة الطينية تأخذ بالتحرك، وعلى الأخص إذا كان انحدارها قوياً، وبالطبع فإن الطبقة الجيرية التي تعلوها تتحرك معها، فتنزلق وتسبب ـ في بعض الأحوال ـ كوارث طبيعية إذ تجرف معها مواقع آهلة بالسكان. لذلك يجب القيام بدراسة جيولوجية مفصلة قبل القيام بأي مشروع عمراني في مناطق قد تكون عرضة للانزلاقات.

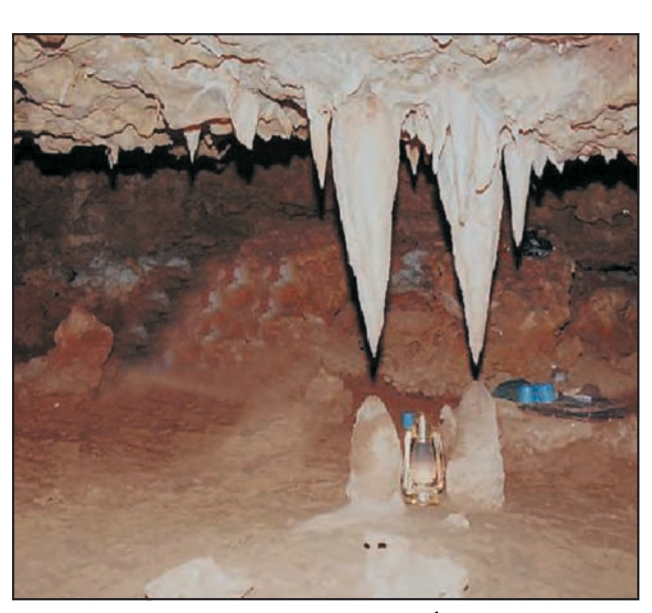


شكل (١٠-١١) الانزلاقات الأرضية

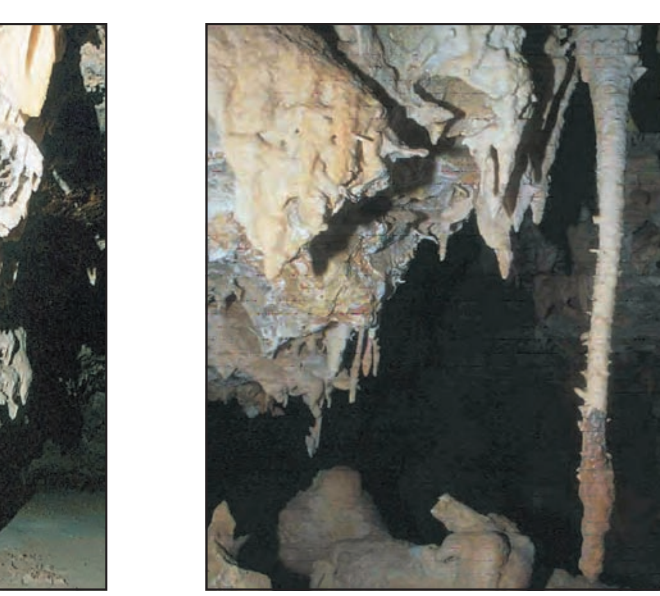
٢ـ الكهوف : تحمل المياه كمية من ثاني أكسيد الكربون، وهذا ما يجعلها تذيب الصخور الجيرية وتوسع المسام والتشققات التي تتسرب عبرها، ومع مرور الزمن تتسع هذه المسام والتشققات إلى حد تشكل معه خنادق، مغارات وكهوفاً متعددة الأشكال، وقد دعيت هذه الظواهر بالكارست (karst) ولا تقتصر مظاهر الذوبان على الطبقات الداخلية، بل تظهر غالباً على سطح الصخور الجيرية، في أعالي الجبال، شكل فجوات وحافات بارزة ومجاري ومنخفضات مستديرة.

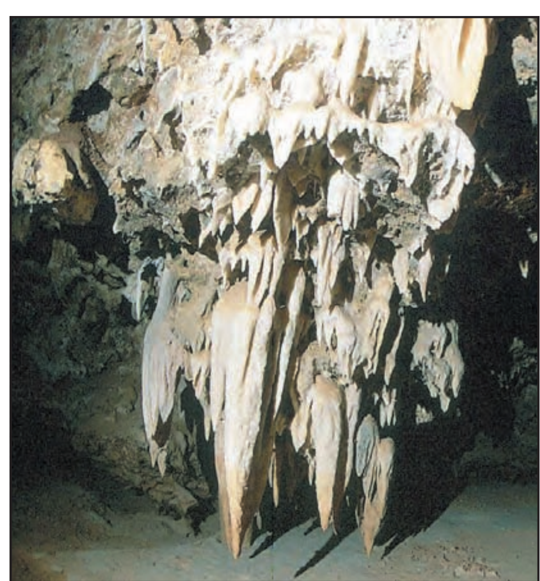


ومن أبرز المظاهر التي تنتج عن فعل المياه الجوفية في الكهوف، هي : النوازل الكلسية (Stalactites) الصواعد الكلسية (Stalagmites)، وتتكون هذه الصواعد والنوازل عندما يرشح الماء ببطء على جدران المغارات وسقوفها، حيث يأخذ عندئذ بالتجمع نقطة فنقطة، ويتبع ذلك انفصال كربونات الكالسيوم من الماء فيكوّن نوازل متدلية من السقف، وتتراكم الصواعد بشكل مماثل من القاع.



شكل (١٠-١٢) أحد الكهوف في المملكة، ويلاحظ تكون الأعمدة الكلسية الصاعدة والهابطة





شكل (١٠-١٣) أشكال مختلفة للكهوف في المملكة العربية السعودية



٤ـ الثلاّجات :

تلعب دوراً هاماً كعامل تآكل ونقل في المناطق الباردة. فهي تحفر الصخور التي ترتكز عليها وتصقلها، وإذا دام عملها فهي تحفر أودية عميقة، والثلاجات هي العامل الجيولوجي الوحيد الذي يقوى على نقل صخور ضخمة إلى مسافة قد تزيد على مئات الكيلومترات.



شكل (١٠-١٤) الثلاجات

٥ـ الرياح :

تشكل الرياح عاملاً جيولوجياً بالغ الأهمية في المناطق العارية من النبات، وعلى الأخص في المناطق الصحراوية الجافة وبوجه عام تأتي الرياح في الدرجة الثالثة بعد المياه والثلوج في عمل التعرية والنقل. ولكن أهميتها في هذا الميدان تزداد مع تضاؤل كمية الأمطار، ونحن نلاحظ دائماً قوة الرياح في المملكة العربية السعودية ونرى أعمدة الغبار والرمال التي تحركها في بعض فصول السنة **وتقوم الرياح بأربعة أعمال متتالية: السفي والتآكل والنقل والترسب، هذه الأعمال متواصلة ومتممة لبعضها في الطبيعة.**

والنحت عمل تعرية خاص تقوم به الرياح في **المناطق الصخرية الجرداء، حيث تصدم الرمال الصخور**



شكل (١٠-١٥) تعرية الرياح



فتنحتها وتنتزع منها أجزاء صغيرة.

ولا بد أن نذكر هنا من جديد أن **فعل العوامل الجيولوجية يرتبط دائماً بمدى الزمن.**

فلو انتزعت الرياح مثلاً سنتمتراً واحداً من أعالي الصخور كل سنة لكان ذلك يعادل عشرة آلاف متر كل مليون سنة.



شكل (١٠-١٦) آثار نمو النبات على جذور الصخور

أما الكثبان الرملية واسعة الانتشار في المملكة العربية السعودية فهي من صنع الرياح، وتكون هذه الكثبان ثابتة أو زاحفة وتأخذ أشكالاً تتلاءم مع اتجاه الرياح وقوتها ومعالم الأرض التي تسفيها فوقها.

٦ـ دور الأحياء :

لا يتعدى مدى تأثير النبات على الصخور بضعة أمتار، بينما تنتشر الأحياء المجهرية على أعماق تصل إلى مئات الأمتار. تمتص الأحياء بعض العناصر من الأرض وتفرز فيها مركبات جديدة، فيطرأ تغير كيميائي على المعادن نتيجة هذا التفاعل، وأهم المواد التي تؤثر على المعادن هي الحوامض العضوية التي تفرزها الأحياء، فهي تتفاعل مع المعادن وتحولها وتذيب بعضها. وتأثير الحيوانات هو أقل بكثير من تأثير النبات، وأهم الأعمال التي تقوم بها الحيوانات الزاحفة والحافرة هي تحريك التربة وقلبها، فعمل القوارض والديدان والنمل والحشرات بوجه عام معروف ولا يحتاج إلى مزيد من البحث . وهناك دور يجب عدم إغفاله وهو دور الإنسان الذي يقوم بحرث الأرض و البناء فيها وإنشاء الطرق وشق القنوات إضافة إلى الحروب وما تسببه من هدم للقشرة الأرضية.





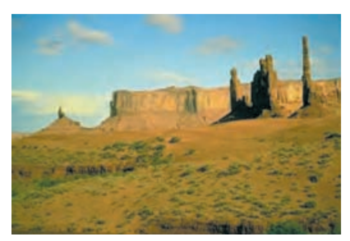
للإطلاع (أشكال مختلفة للتعرية) :



















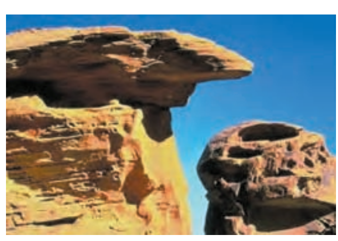




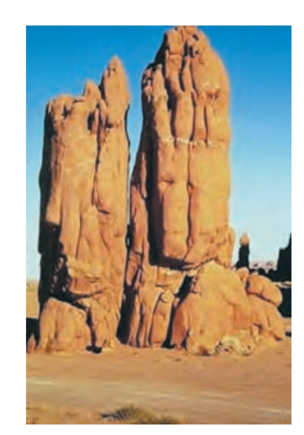






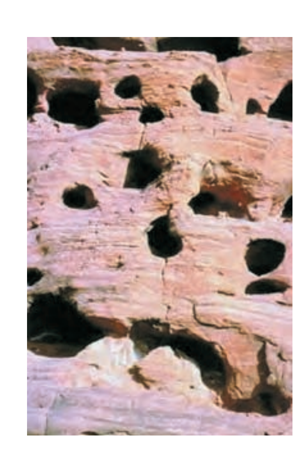
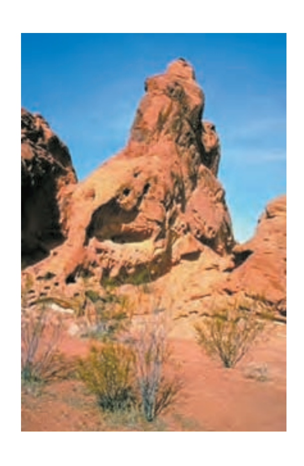












مواقع الإنترنت :

http://www.sgs.org.sa/index_ar.html

موقع هيئة المساحة الجيولوجية السعودية.





التقويم :

١ـ يقول علماء الأرض : «إن كل حبة رمل تحمل في طياتها تاريخاً». عدِّد بعض مراحل هذا التاريخ .

٢ـ ما أهم أعمال السيول في ميدان التعرية؟

٣ـ تشبه الكثبان الصحراوية الأمواج المتتالية. كيف تشرح هذا التشابه بالشكل؟

٤ـ ما هو سبب وجود مجاري وحفر وجيوب على سطوح الصخور الجيرية في الجبال؟

٥ـ كيف يمكن إيقاف تأثير عمل التعرية الهدام على التربة في الهضاب؟

٦ـ ما أهم عامل للتعرية في منطقتك؟ صف تأثيره ونتائجه.

٧ـ لماذا لا يوجد معدن الأوليفين في رمال الشواطئ بينما معدن الكوارتز هو واسع الانتشار؟

٨ـ كيف تشرح كون صخور الجرانيت في الدرع العربي في المملكة العربية السعودية لم تؤثرعليها التعرية بقدر ما أثّرت على صخور جرانيت من ذات العمر في نيجيريا؟

٩ـ أية مادة هي المسؤولة بالدرجة الأولى عن اللون الأحمر القاتم الذي يظهر على سطوح معظم صخور المملكة؟


طباعة وتغليف
العبيكان
Obëkan
Printing & Packaging